

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Salah Bounider - Constantine 3

Faculté de Médecine

Département de Médecine



THESE

Pour l'obtention du

DOCTORAT EN SCIENCES MEDICALES EN EPIDEMIOLOGIE

Le Système d'Information Géographique : Application et Intérêt de l'ArcGis dans la Surveillance Epidémiologique de la Brucellose Wilaya de Constantine 2010 -2020

Soutenu le **23 Juillet 2023**

Par Docteur **ATOUI Naziha**

Maitre Assistante en Epidémiologie et Médecine Préventive

Service d'Epidémiologie et Médecine Préventive CHUC

Président du Jury : Pr ABDENNOUR DJAMEL Faculté de Médecine Constantine

Membres de Jury : Pr LEMDAOUI Mohamed Cherif Faculté de Médecine Constantine

Pr LAOUAR HOCINE Faculté de Médecine Constantine

Pr KAYOUACHE Fatima Zohra Université Mentouri Constantine1

Directeur de Thèse Pr ZOUGHAILECH Djamel Faculté de Médecine Constantine

Codirecteur de Thèse Pr GODARD Vincent Université de Paris 8 France

Année Universitaire 2022-2023

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à ma famille :

Je tiens à vous exprimer ma gratitude et mon affection, je ne saurais vous remercier pour tout ce que vous faites pour moi. Votre soutien et votre présence dans ma vie me donne force et espoir que Dieu tout puissant vous donne santé bonheur et réussite.

A ma très chère maman

Mon ciel et lumière de ma vie que Dieu tout- puissant la protège

A ma sœur Sihem son mari AOUATI Fayçal et ses enfants

Mohamed El Amine Taki eddine Chakib et Malek

A ma sœur Souad Son mari HAFDI Kamel et ses enfants Seifeddine Siradjeddine

Moncef Nassim et Mounib.

A mon frère Ahmed son épouse Imen et ses enfants Mohamed Sadjed et Abderrahmen.

A ma cousine Lynda son Mari MAKHLOUF Mahamed et ses enfants

Ilian, Anes et Nael.

A mon frère Nouredine et ses enfants Souheib Haitem Maya et Abdou

A mon cousin Adel sa femme Fouzia et ses enfants

A toute la Famille mes tantes mes oncles mes cousines mes cousins et leurs enfants

Remerciements

A mon Maitre et mon Directeur de thèse

Monsieur le Professeur Djamel ZOUGHAILECH

Monsieur Djamel Zoughailech, Professeur en Epidémiologie et en Médecine Préventive à la Faculté de Médecine de Constantine Université Constantine³

Je suis très contente d'avoir mené ce projet de thèse à terme avec vous, je vous remercie pour la qualité de l'encadrement, pour votre gentillesse, votre disponibilité permanente.

Je vous remercie également pour votre soutien le long de mon travail avec vous et pour les nombreux encouragements que vous m'avez prodigué. J'ai un grand respect pour le travail que vous faites et pour votre dévouement depuis des années pour faire promouvoir notre discipline. Votre sagesse, savoir-faire et votre diplomatie sont un exemple pour moi.

Je remercie également votre épouse Mme CHANDERLI Adraa pour son extrême gentillesse et son soutien permanent.

Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon respect et estime pour vous.

A mon Codirecteur de thèse

Monsieur le Professeur Vincent GODARD.

Monsieur Vincent GODARD Professeur des professeurs en Géographe spécialisé dans l'application et le développement des SIG Université Paris 8, il est co-Responsable du parcours G2M (Géomatique, géo décisionnel, géomarketing et multimédia, du Master de Géographie) Co-Coordonnateur du thème Espace, Environnement et Santé à MSH Paris.

Je vous remercie beaucoup pour l'encadrement au sein de la Maison des sciences de l'homme (MSH) Paris Nord. Vous m'avez accueilli pendant onze mois du 09 Novembre 2014 - 31 Septembre 2015 et pendant un mois (30 jours) en 2018 au sein de la MSH Paris Nord. C'est grâce à vous que j'ai pu commencer à appliquer l'Arc Gis 10.4.2, j'ai appris à faire le géo référencement de la carte de la Wilaya de Constantine et à construire mes données (tables attributaires).

Je tiens à vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi depuis le jour où je vous ai sollicité pour le stage de formation jusqu'à cette date, je vous remercie également pour votre extrême gentillesse, votre disponibilité et votre soutien permanent.

Également, je tiens à remercier toute votre famille notamment votre épouse Florence pour sa gentillesse et pour son extrême générosité (le repas et les cadeaux).

Soyez assuré de ma sincère reconnaissance de mon respect et de mon estime pour vous.

A mon Maitre et Président du Jury

Monsieur le Professeur Djamel ABDENNOUR

Monsieur **Djamel ABDENNOUR** Professeur en Maladies infectieuses à la Faculté de Médecine de Constantine Université Constantine³

Vous me faites le grand honneur de présider le jury de cette thèse et je vous en suis très reconnaissante. J'ai un grand respect pour vous et pour tout ce que vous faites pour le malade et pour l'étudiant, j'ai appris beaucoup de choses avec vous depuis mon stage d'internat dans le service des maladies infectieuses. Je vous remercie pour la qualité de l'encadrement, pour votre gentillesse, votre disponibilité permanente et pour votre soutien. Votre sagesse, calme et votre savoir de gérer les situations difficiles sont un exemple.

Soyez assuré de ma reconnaissance de mon plus profond respect et de mon estime pour vous.

A Madame et Messieurs les membres du jury

Monsieur le Professeur LEMDAOUI Mohamed Cherif

Entant que Médecin Chef de l'unité de Médecine préventive, votre analyse sur le sujet s'avère d'une grande importance de par vos compétences dans le domaine.

Je vous remercie pour votre disponibilité, pour nos longues séances de discussion sur le sujet

Je vous remercie d'avoir accepté de lire les chapitres et de les corriger avant la pré soutenance. Je vous remercie pour votre disponibilité, pour vos encouragements et pour votre soutien permanent. Je tiens à remercier votre épouse Mme BENYAHIA Fatiha pour sa gentillesse pour son soutien et pour sa générosité (les cadeaux)

Soyez assuré de mon profond respect et de ma sincère gratitude

Monsieur le Professeur LAOUAR Hocine

En votre qualité de Microbiologiste en collaboration avec vos collègues du service de microbiologie vous avez toujours contribué aux campagnes de dépistage de la brucellose humaine menées au niveau des foyers identifiées contaminées par les vétérinaires et autour des cas hospitalisés déclarés par les services d'hospitalisation, je vous remercie d'avoir accepté d'analyser tous les prélèvements de sang et de transmettre tous les résultats au SEMEP durant toute la période de l'étude.

Je vous remercie pour votre disponibilité, vos encouragements et pour votre soutien.

Soyez assuré de toute ma reconnaissance de mon profond respect et mon estime pour vous.

Madame Professeur Pr KAYOUACHE Fatima Zohra

En votre qualité de Médecin Vétérinaire spécialisée en épidémiologie Enseignante à l'université Constantine 1, vous me faites l'honneur de juger mon travail de thèse.

Votre analyse sur le sujet est d'une grande importance, du fait de vos compétences dans le domaine de la santé animale. Votre expertise sur le sujet est indispensable.

Je vous remercie pour la documentation pour vos encouragements et pour votre soutien.

Soyez assuré de ma gratitude et de mon profond respect et estime pour vous.

A Monsieur KETTOUCHE Mohand

En tant que Directeur technique Gismed premier centre de compétences Esri en Algérie et en votre qualité d'Expert dans les SIG particulièrement l'Arc Gis (toutes versions Arc Gis), je vous remercie pour votre précieuse aide en matière de constitution géocodage et géo traitement des données, je vous remercie pour votre disponibilité pour les séances de travail à Alger et les nombreuses séances de travail à distance via <https://meet.jit.si/brucelo> même tard la nuit. Pour cela je suis dans l'obligation de remercier votre épouse et vos enfants d'avoir accepté qu'on travaille pendant des longues heures. Merci pour la compréhension.

Soyez assuré Monsieur et toute la famille de ma reconnaissance et mon profond respect.

A Monsieur LATRECHE Brahim Directeur des services agricoles de la Wilaya

En tant que subdivisionnaire de la délégation d'El Khroub, je tiens à vous remercier pour votre précieuse contribution dans la géolocalisation des fermes de la commune.

A Monsieur Docteur BENAAMER Mourad Inspecteur Vétérinaire de la Wilaya

En tant que responsable du service santé animale, je tiens à vous remercier pour votre contribution et d'avoir mis à ma disposition toutes les données et la réglementation nécessaires, je vous remercie pour votre disponibilité et votre soutien permanent. Soyez assuré de ma profonde gratitude et mon respect.

A Madame Docteur DJENNA Djahida Inspectrice Vétérinaire DSA

En votre qualité de responsable de l'unité d'épidémiologie et de surveillance à la DSA, je tiens à vous exprimer ma sincère gratitude pour votre contribution sur terrain. Je vous remercie d'avoir mis à ma disposition toutes les données relatives à la santé animale et de m'avoir aidé à mener nos enquêtes épidémiologiques sur terrain. C'est grâce à vous que les sujets identifiés à risque au niveau des fermes contaminées ont accepté la prise de sang. Soyez assuré de ma sincère reconnaissance mon profond respect et mon estime pour vous

Mes remerciements à l'ensemble des vétérinaires le personnel de la DSA & subdivisions et du Laboratoire vétérinaire régional ainsi qu'aux éleveurs pour leurs amples contributions.

Responsables DAS :

Dr GHIDIRI Ex Directeur des services agricoles de la Wilaya (Ministère de l'agriculture)

Dr LOUNIS inspecteur vétérinaire à l'échelle Wilaya 2010- 2015 (retraite)

Dr BOULAKROUNE inspecteur vétérinaire à l'échelle Wilaya 2016- 2019 (retraite)

Dr BOUKERROU Abderrahmane Ex Directeur du Laboratoire Vétérinaire Régional.

Responsables et staph technique des subdivisions communales :

Mr. BELMOUAFEK Djamil responsable commune Beni Hamidene

Mr DIB Hacene Sub divisionnaire commune Ain Abid (retraite)

Mr BOUCHEHAM subdivisionnaire Commune Hamma Bouziane

Mrs REDJEM Smail et BOUTAKA Techniciens subdivision Commune Zighoud Youcef

Monsieur BENMAAZA Abdeljalil ingénieur en agriculture subdivision Hamma Bouziane

Mr HOUCHEL service technique APC Ibn Badis

Mr MEDJEROUBI service technique APC Ibn Ziad

Mr LEBSIR Abdelkrim subdivision Ain Smara

Les éleveurs :

Mr. BOUKRINA Ismail éleveur commune Ibn Ziad

Mr. CHENITI Rabah éleveur commune Beni Hamidene

Mr. RABHI éleveur commune Ain Smara et Mr BENFDEL Collecteur Hamma Bouziane

Les vétérinaires du secteur Privé :

Dr BRAHIMIA Toufik Djebel El Ouahche Dr DJEHA Mounir Ain Smara

Dr BENAACHOUR Lamine Messaoud Boudjeriou

Dr ZEGHNOUF Constantine

Les inspecteurs vétérinaires du secteur public (Délégations et BHC) :

Dr BENHAMED Rofia et Dr BENAABES Lynda Ain Smara

Dr BOUNAH Nabil Ibn Ziad , Madame Zouache Messaouda

Dr OUMAMAR Idha Ibn Badis Dr MOUSSA Abdeljalil Ain Abid Dr MANSOURI

Ghalia Ouled Rahmoune Dr BELBADROUNE AMEL et Dr ZRARI Sihem SMK

Dr BENCHAALEL Lilia Djebel El Ouahche Dr TOUATI Karima et Dr ZEMOULI

Nadjoua Beni Hamidene Dr DJEBASSI Ratiba Boudraa Salah Dr MESSASSI Ouahiba

Hamma Bouziane

Mes remerciements à mes chers collègues :

Mr DEBBACHE Yazid et Mme BOUDMAGH Sabrina pour leurs contributions sur terrain

Personnel de l'unité de surveillance épidémiologique : Mme LEBIED Feriel Mme TOUAFEK Amel Melle ACHOURI Fayrouz Mr BENKHELEF Adlen BENCHIKH LEFGOUNE Fateh sans oublier

Mr LABSI Omar TELOUCHE Halim Mme LASSI Samira Mr AKRICHE A/ Krim et Mme BENRAHMA Fatiha.

Mes remerciements aux épidémiologistes Médecins Chefs et personnel des SEMEP

territorialement compétents pour votre contribution par la déclaration et les enquêtes.

Dr REBAI Karima et Mr Badis technicien SEMEP El khroub

Dr LHIOUEL Hanane SEMEP Hamma Bouziane

Dr ABED Hafiza SEMEP Bachir Mentouri

Dr BEROUAL Hadda Dr BENASEF et Dr BOUGHIDA SEMEP Larbi Benmehidi

Dr LEMAADI Boudjamaa SEMEP Zighoud Youf

Dr MERDASSI Dr BENDJABALLAH et Dr ACHOUR SEMEP Ain Abid

Mes remerciements aux cliniciens et Microbiologistes

Pr MESSASST Mokhtar Service des Maladies infectieuses CHUC

Pr FILALI Aissa Service des Maladies infectieuses CHUC

Pr BOULAKHAL Nadia Médecin Chef Service des Maladies infectieuses CHUC

Pr SMATI Farida Ex Médecin chef Service de Microbiologie CHUC

Pr BELAABED Médecin chef Service de Microbiologie CHUC

Pr AIT KAKI Service de Microbiologie CHUC

Dr BCHIRI Loubna Service de Microbiologie CHUC

Mes remerciements à mes chers collègues et amis pour vos encouragements et soutien

Pr AMAROUCHE Soumaya et Dr BOUDRIOUA Dalal SEMEP CHUC

Dr HAMOUDA Meriem Dr NAIDJA Sara et Dr DJESSASS Sabah ORS Constantine

Mes remerciements à mes chers amis (e) pour vos encouragements et votre soutien

Mr BENIOU Kamel Directeur du GDPS, Mr BRAGDI Directeur IGTU Université 3

Mes remerciements à mes amis de la Faculté de Médecine depuis mon cycle clinique : pour vos encouragements et votre soutien permanent.

Pr BOUGHRIDA Mohamed, Pr KHALOUA Mounia Dr AYOUNE Rachid

Dr KHARKHACHE Mohamed Pr BELMIR, Dr BELAALOUI, Dr MOHCENE

Dr MANSOURI Farouk Pr SIFI Karima Pr HANACHI Sabah Pr AOUATI Saida

Pr FAKRAOUI Pr M ZAHEM Pr BENCHARIF Imen Dr DJENNA Pr NOURI Nassim

Pr BOUDAOUK Khalida Pr FERDI Nadia Pr KITOUNI Yassine Pr BOUTRAA

Pr GHANEM Pr SAKER Pr TIBERMACHINE Dr BELABIED.

Liste des acronymes, sigles et Abréviations

SEMEP : Service d'épidémiologie et de médecine préventive CHUC

LRVC : Laboratoire Régional des Vétérinaires Constantine

EAT : L'épreuve à l'antigène tamponnée

SDW : Sérodiagnostic de WRIGHT

EAT : Epreuve à l'antigène tamponné

RB : Rose Bengale

Ag : Antigène

AC : Anticorps

ul: Micro litre

RT: Ring Test

AC : Anticorps

Ag : Antigène

Abréviations

FC : Fixation du complément

TV : Tampon véronal

Ag : Antigène

SH : Sérum Hémolitique

C : Complément

CH : Couple hémolytique

MDO : Les Maladies à Déclaration Obligatoire

SIG : Le Système d'Information Géographique

GPS : Le *Global Positioning System (GPS)* (en français : « Système mondial de positionnement » [littéralement] ou « Géo-positionnement par satellite »)

DSA : Direction des services agricoles

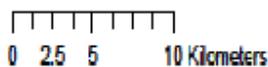
APC : Assemblée populaire communale (mairie)

BHC : Bureau d'hygiène communale

SSI : les établissements sanitaires d'élevage à statut inconnu



NorthArrow_7 : Flèche d'orientation vers le nord



: Échelle de référence d'une carte

Liste des tableaux

Tableau 1 : Impact sanitaire des principales espèces chez des hôtes spécifiques

Tableau 2 : Réservoirs des espèces de Brucella et pathogénicité pour l'homme

Tableau 3 : Distribution des communes selon les dairates, Wilaya de Constantine

Tableau 4 : Caractéristiques Géo- démographiques des douze communes de la Wilaya

Tableau 5 : Circonscriptions de la wilaya de Constantine

Tableau 6 : Evolution démographique par commune, Constantine, 2008 et 2020

Tableau 7 : Typologie des communes, Wilaya de Constantine, année 2020

Tableau 8 : Données climatiques à Constantine sur 20 ans.

Tableau 9 : Données climatologiques de Constantine pour l'année 2020.

Tableau 10 : Définition de cas de Brucellose selon l'ECDC

Résultats Partie Pratique :

Tableau 01 : Caractéristiques de l'âge des cas de Brucellose

Tableau 02 : Cas de Brucellose selon la profession

Tableau 03 : Cas de Brucellose selon l'examen de diagnostic/ dépistage

Tableau 04 : Cas de brucellose selon l'établissement de notification

Tableau 05 : Exhaustivité de la déclaration

Tableau 06 : Brucellose selon la symptomatologie au diagnostic

Tableau 07 : Répartition des cas de Brucellose selon l'évolution clinique

Tableau 08 : Cas de Brucellose selon les facteurs de risque professionnel

Tableau 09 : Vaccination cheptels

Tableau 10 : incidence de la Brucellose, Wilaya de Constantine, 2010-2020

Tableau 11 : Cas de Brucellose par commune et année de diagnostic

Tableau 12 : Données santé animale, Wilaya Constantine, 2010-2020

Tableau 13 : Dépistage dans la Wilaya Constantine 2010-2020

Tableau 14 : Distance de la migration du centre médian de la brucellose Humaine

Tableau 15 : Distance de la migration du centre median de la brucellose Animale

Liste des Figures

Revue de la littérature

Figure 1 : Cinquième des squelettes retrouvés à [Herculanium](#) Source : Discovery news, American Journal of Physical Anthropology Photo 1 : G.L. Kohuth/MSU

Figure 2 : Vertèbres d'adolescents du Xe et XIIIe siècle, en Albanie avec lésions osseuses Source : Discovery news, American Journal of Physical Anthropology Photo 2 : G.L. Kohuth/ MSU

Figure 3 : Répartition géographique de la brucellose humaine (Source : <http://thelancet.com> Vol 6 February 2006)

Figure 4 : Carte représentant l'incidence de la brucellose humaine dans le Monde Incidence Humain pour 1000 000 habitants (Adapté de Hull and Schumaker 2018).

Figure 5 : Cartes du nombre de foyers de brucellose (*B. abortus*, *B. melitensis* et *B. suis*) chez les ruminants rapportés à WAHIS en 2014. WAHIS: World Animal Health Information Database. Adapté de (Hull and Schumaker 2018).

Figure 6. Structure des MDO, 2010 INSP Algérie

Figure 7. Structure des zoonoses, 2010 INSP Algérie

Figure 8. Structure des zoonoses, 2014 INSP Algérie

Figure 9. Structure des zoonoses, 2015 INSP Algérie

Figure 10. L'incidence annuelle de la brucellose humaine, Algérie, 1990-2010

Figure 11. L'incidence annuelle de la brucellose humaine, Algérie, 2000-2017

Figure 12. L'incidence de la brucellose humaine, Algérie, 1990 –2017 INSP.

Figure 13. Incidence mensuelle de brucellose REM INSP, 2016

Figure 14. Incidence mensuelle de la brucellose REM INSP, 2017.

Figure 16. Répartition géographique de la brucellose animale (année 2009). Source : OIE.

Figure 17 : Situation épidémiologique de la Brucellose animale, Algérie, 2013 DSA, Alger,

Figure 18 : Chronologie d'une infection par *Brucella* spp. Exemple chez une femelle ruminant en cours de gestation (d'après (Philippon *et al.* 1970, Alton 1985, Godfroid *et al.* 2010)

Figure 19 : Carte géographique - Wilaya de Constantine (Source ESRI)

Figure 20 : Données Climatiques de La Wilaya De Constantine

Figure 21 : Carte de John Snow sur l'épidémie de choléra à Soho, Londres, en 1954

David Rumsey Historical Map Collection par Dario Ingiusto

Figure 22 : couches d'information issues de carte thématique

Figure 23 : Les principales composantes d'un SIG
 Figure 24 : Les principales fonctions des logiciels SIG
 Figure 25 : Base de données géographique = ensemble de couches superposables
 Figure 26 : Images illustrant les données Raster (forme de grille)
 Figure 27 : Structure, fonctionnalité et composantes du SIG.
 Figure 28 : Des données repérées dans l'espace (données numériques localisées)
 Figure 29 : Quelques applications des SIG en sante publique (OMS)

Partie Pratique :

- Figure 1 : Lieux de l'étude (Carte de la Wilaya de Constantine)
- Figure 2 : Géolocalisation des données santé animale et humaine
- Figure 3 : Population, wilaya de Constantine, année 2019 (ONS)
- Figure 4 : Densité de la Population, wilaya de Constantine, année 2019 (ONS)
- Figure 5 : Pyramides des âges
- Figure 6 : Brucellose selon l'âge, Wilaya Constantine
- Figure 7 : Brucellose selon le sexe
- Figure 8 : Brucellose selon la profession
- Figure 9 : proportion des cas de brucellose hospitalisés
- Figure 10 : Brucellose Humaine selon les circonstances de découverte.
- Figure 11 : Cas de Brucellose selon lieu du diagnostic
- Figure 12 Cas de brucellose selon l'établissement de notification
- Figure 13 : Répartition des cas de brucellose selon l'évolution des malades
- Figure 14 : Cas de Brucellose selon l'exposition (le risque professionnel)
- Figure 15 : Vaccination du cheptel
- Figure 15 : Distribution des cas de la brucellose humaine, 2010-2020
- Figure 16 : Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose humaine
- Figure 17 : Incidence et tendance par nombre de cas brucellose, Wilaya
- Figure 18 : Distribution territoriale de la brucellose humaine par année/commune
- Figure 19 : Evolution spatio-temporelle de la brucellose humaine, 2010-2020
- Figure 20 : Répartition des cas de brucellose humaine sur dix ans
- Figure 21 : Répartition des cas de Brucellose humaine par année et par commune
- Figure 22 : Répartition géographique de la densité de cas de brucellose Humaine
- Figure 23 : Répartition géographique de la densité de cas de brucellose Humaine

- Figure 24 : Proportion de la brucellose Humaine par commune
- Figure 25 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Constantine
- Figure 26 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, d'El Khroub
- Figure 27 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Hamma Bouziane
- Figure 28 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ouled Rahmoune
- Figure 29 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Beni Hamidene
- Figure 30 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ain Smara
- Figure 31 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ibn Ziad
- Figure 32 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ain Abid.
- Figure 33 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ibn Badis.
- Figure 34 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Zighoud Youcef.
- Figure 35 : Incidence et tendance par nombre cas Brucellose, Didouche Mourad.
- Figure 36 : Incidence et tendance par nombre cas Brucellose, Messaoud Boudjeriou
- Figure 37 : Saisonnalité, Brucellose Humaine, Wilaya Constantine, 2010-2020
- Figure 38 : Seuil d'alerte de la Brucellose Humaine, Wilaya Constantine, 2015
- Figure 39 : Seuil d'alerte de la Brucellose Humaine, Constantine, 2020
- Figure 40 : Géolocalisation des fermes d'élevage de la Wilaya
- Figure 41 : Evolution du nombre des fermes par commune et par année
- Figure 42 : Clusters des fermes (agrées & SSI) par commune
- Figure 43 : Evolution du nombre de fermes agrées par commune
- Figure 44 : Evolution de l'effectif des fermes par commune, 2010-2020
- Figure 45 : Répartition territoriale la densité des fermes tout statut par commune
- Figure 46 : Répartition territoriale de la densité des fermes BIV / fermes SSI
- Figure 47 : Effectif Cheptel (Vêles, Génisses, VL et Male) par commune 2010-2020
- Figure 48 : la Vache laitière des fermes (agrées et SSI) par année et par commune
- Figure 49 : Vache laitière selon le statut sanitaire par commune 2010-2020
- Figure 50 : Répartition de la densité de la Vache laitière selon le statut sanitaire
- Figure 51 : Répartition spatio- temporelle du nombre de la Vache laitière
- Figure 52 : Evolution de l'effectif de la Vache Laitière par commune et par année
- Figure 53 : Evolution du nombre des établissements d'élevage agrés dépistés
- Figure 54 : Bovins dépistés par commune Wilaya Constantine, 2010-2020
- Figure 55 : Bovins contaminés selon l'âge
- Figure 56 : Bovins contaminés selon le sexe

- Figure 57 : Bovins contaminés selon la Race
- Figure 58 : Typologie du système d'élevage des bovins contaminés
- Figure 59 : Incidence de la brucellose animale Wilaya Constantine, 2010-2020
- Figure 60 : Distribution spatio temporelle des cas de brucellose animale
- Figure 61 : Répartition territoriale de la densité des cas de la brucellose animale
- Figure 62 : L'évolution de l'incidence annuelle de la brucellose Humaine & animale
- Figure 62 : Distribution territoriale des foyers de la brucellose Humaine
- Figure 63 : Distribution territoriale des foyers de la brucellose animale
- Figure 64 : Comparaison des couloirs et zones de brucellose Humaine et Animale
- Figure 65 : Comparaison de la brucellose et établissements d'élevage.
- Figure 66 : Cinquante Bassins d'élevage identifiés à risque par commune
- Figure 67 : Dix Bassins d'élevage identifiés à risque par commune, 2010-2020
- Figure 68 : Les paramètres de classement des bassins d'élevage identifiés à risque
- Figure 69 : Le plus grand bassin d'élevage à risque, Hamma Bouziane
- Figure 70 : Analyse tridimensionnelle des tendances de la brucellose humaine
- Figure 71 : Analyse tridimensionnelle des tendances de la brucellose animale.
- Figure 72: Centres de gravité migratoire de la brucellose Humaine
- Figure 73 : Centres de gravité migratoire de la brucellose animale
- Figure 74 : Brucellose humaine_ Indice de Moran's globale
- Figure 75 : Cluster Brucellose Animale _ Indice de Moran's globale
- Figure 76 : Clusters de brucellose Humaine wilaya de Constantine, 2010-2020
- Figure 77 : Clusters de brucellose Animale, wilaya de Constantine, 2010-2020

TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces.....	i
Remerciements.....	ii
Liste des acronymes sigles et abréviations.....	viii
Liste des tableaux	ix
Liste des Figures.....	x
1. CHAPITRE I : INTRODUCTION	1
2. CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES.....	4
1. Généralités sur les zoonoses :.....	4
2. LA BRUCELLOSE :.....	7
2.1. Historique de la Brucellose :	8
2.2. Epidémiologie synthétique de la Brucellose	11
2.3. Epidémiologie analytique :	25
2.3.1. Agent pathogène :	25
2.3.2. Réservoirs bactériens :	27
2.3.3. Mode de transmission :	28
2.3.4. Facteurs de risque :	29
2.3.5. Pathogénie :.....	29
2.3.6. Réponse immunitaire :	30
2.3.7. Diagnostic :	31
2.3.8. Prise en charge thérapeutique : conduite pratique du traitement	50
2.3.9. Les mesures prophylactiques :	58
2.4. Caractéristique de la Zone de l'étude :.....	59
2.5. Systèmes d'élevage bovin :.....	71
2.5.1. Système « extensif » :	71
2.5.2. Système « semi intensif » :	72
2.5.3. Système intensif	72
3. Méthodes de lutte et de surveillance de la Brucellose :.....	73
3.1. Dépistage de la Brucellose humaine et animale.....	73
3.1.1 Tests de dépistage utilisé chez l'homme :.....	73
3.1.2. Tests de dépistage utilisés chez l'animal :	73
4. Surveillance épidémiologique de la brucellose.	74
4.1. Généralités :	74

4.2. Définitions :.....	75
4.2.1. La surveillance épidémiologique :	75
4.2.2. La surveillance des maladies transmissibles :.....	75
4.2.3. Les Maladies à Déclaration Obligatoire (MDO) :	75
4.2.4. Législation : La brucellose, maladie à déclaration obligatoire :	75
4.2.5. Définition d'un cas de Brucellose :.....	76
4.3. Surveillance de la Brucellose animale :	78
4.4. Les nouvelles approches de surveillance des événements de santé (la Brucellose) :	78
5. Le Système d'Information Géographique (SIG) :.....	79
5.1. Généralités.....	79
5.2. Evolution Chronologique du SIG.....	81
5.2.1. Définitions : On note Plusieurs Définitions :	81
5.2.2. Historique :.....	83
5.2.3. Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés :	85
5.2.4. L'intérêt de l'application du SIG dans le domaine de la Santé :	86
5.2.5.SIG : Epidémiologie et environnement :.....	86
5.2.6.SIG : Accès aux services de santé :.....	87
5.2.7.SIG : Situations d'urgence et catastrophes :	87
5.2.8. L'apport des SIG à la surveillance épidémiologique :.....	88
5.3. Composantes, structure et fonctionnalités du SIG.....	89
5.3.1. Concepts de base d'un SIG :.....	89
5.3.2. Principales composantes d'un SIG	90
5.3.3. Fonctionnalités d'un SIG : les 5 A.....	91
5.3.4. Principales fonctionnalités du SIG :.....	92
5.3.5. Critères de qualité du SIG :.....	93
5.3.5. La structuration des données dans un SIG :.....	93
5.4. L'information géographique : généralités :.....	94
5.4.1. Définitions :.....	94
5.4.2. Modèles de données :.....	94
5.4.3. Les données géographiques, spatio-temporelles :.....	94
5.5. Les avantages des SIG :	98
5.6. Les contraintes des SIG :	98
5.7. Recommandations OMS :.....	99
5.8. Intérêt du SIG en Santé Publique.....	100
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE.....	101

1. MATHERIEL ET METHODE :	102
1.1. Les objectifs de ce travail :	102
1.2. Le type d'études :	102
1.3. Population d'étude :	102
1.4. Le site de l'étude :	104
1.5. Sources des données :	105
1.6. Type de données :	106
1.7. Déroulement du travail :	106
1.7.1. Sources des données :	106
1.7.2. Périodicité de la collecte :	106
1.7.3. L'enquête épidémiologique associée au dépistage des sujets à risque :	107
1.7.4. Gestion de données :	109
1.7.5. Mise à jour et validation : régulière des données	109
1.7.6. Plan d'analyse :	109
1.7.7. Statistique analytique :	110
1.8. Matériels :	114
1.8.1. Moyens matériels :	114
1.8.2. Les logiciels :	115
1.8.3. Autres matériels : GPS	115
1.8.4. Moyens matériels (forme papier) :	115
1.8.5. Moyens matériels pour le dépistage	115
1.8.6. Moyens humains :	115
CHAPITRE IV : RESULTATS	
1. Zone de l'étude :	116
1.1. Données de géolocalisations :	116
1.2. Population	116
1.2.1. Population de la Wilaya de Constantine année 2019 :	117
1.2.2. Densité de la population de la Wilaya de Constantine année 2019 :	118
1.2.3. Pyramide des âges :	118
2. Résultats de la santé humaine :	119
2.1. Caractéristiques socio- démographiques :	119
2.2. Caractéristiques de découverte et prise en charge :	121
2.3. Notification des cas de brucellose :	125
2.4. Caractéristiques cliniques et para cliniques des cas.	125
2.5. Description selon les facteurs de risque :	126
2.6. Les caractéristiques temporo-spatiales des cas de Brucellose Humaine :	127

3. Résultats santé animale :	
3.1. Résultats relatifs aux établissements d'élevage, Constantine, 2010-2020.....	139
3.2. Résultats relatifs au dépistage des bovins	148
3.3. Caractéristiques épidémiologiques des cas de Brucellose animale 149	
4.Brucellose Humaine et Facteurs de risque (l'environnement).....	154
5. L'analyse Spatiale, et spatio- temporelle de la brucellose humaine et animale	154
5.1.Tendances tridimensionnelles de la Brucellose humaine	163
5.2.Tendances tridimensionnelles de la Brucellose animale	163
5.3.Centre de gravité migratoire (centre median) de la brucellose	164
5.3.1.Centre de gravité migratoire de la brucellose Humaine.....	165
5.4.1. Autocorrélation Globale de Moran _ Brucellose Humaine	166
5.4.2.Autocorrélation Globale de Moran _ Brucellose Animale	167
5.4.3. Autocorrélation locale de Moran _ Brucellose Humaine.....	168
1. CHAPITRE V : DISCUSSION.....	169
6.1 Validité des données	170
6.2 Le Géo référencement des données	171
6.3 descriptive du profil épidémiologique de la brucellose humaine et animale.....	172
6.4 Facteurs de risque de la brucellose humaine	173
9.1 Résultats relatifs aux établissements d'élevage	174
9.2 L'évolution du nombre des fermes	175
9.3 L'évolution de la VL	176
9.4 Distribution territoriale de la densité de cas de brucellose humaine et animale....	177
10 Relation de la brucellose animale et humaine	177
11 Résultats de la statistique analytique (spatiale) de la brucellose	178
11.1 L'analyse Spatiale, et spatio- temporelle de la brucellose	178
11.2 L'analyse tridimensionnelle des tendances de la brucellose humaine	178
11.3 L'analyse tridimensionnelle de la tendance de la brucellose animale	179
12 Le centre de gravité migratoire de la brucellose par le calcul du centre médian	179
13 L'analyse d'autocorrélation spatiale	180
13.1 l'autocorrélation globale de Moran _ Brucellose	181
13.2 l'autocorrélation locale de Moran _ Brucellose	181
2. CHAPITRE VI :CONCLUSION	183
3. BIBLIOGRAPHIE.....	185
4. LISTE DES ANNEXES.....	227
5. CHAPITRE VII :RESUME	

CHAPITRE I : INTRODUCTION

CHAPITRE I : INTRODUCTION

I. Problématique :

1. Contexte, justificatifs et intérêt :

En Algérie comme dans la plupart des pays en développement les systèmes de surveillance épidémiologique des maladies transmissibles présentent des dysfonctionnements. Au Service d'épidémiologie et de Médecine Préventive (SEMPEP) de la wilaya de Constantine, les données épidémiologiques collectées sont souvent de mauvaises qualités, peu disponibles et très peu utilisées pour la planification des actions de santé publique. Le système de collecte de données est plus administratif que technique ayant un impact négatif sur le système de contrôle et de lutte contre les risques sanitaires. La plupart des évaluations font le constat de ces dysfonctionnements et proposent des solutions techniques. Cependant, malgré la multiplicité des rapports produits par les experts, les systèmes de surveillance restent peu performants. Souvent, de nouvelles organisations sont mises en place pour suppléer aux déficiences des précédents et l'on assiste plus à une multiplication de procédés bureaucratique rendant le système peu flexible et peu efficient.

En Algérie, le premier texte réglementant la déclaration des maladies transmissibles (M.T) date de 1963. Depuis, et malgré de nombreuses modifications apportées au signalement de ces maladies, certaines insuffisances persistent [129]

Les dysfonctionnements du système de surveillance actuel accentués par le polymorphisme clinique, les caractéristiques épidémiologiques et épizootiques de la brucellose d'où la nécessité d'étudier des nouvelles approches de contrôle de cette maladie. Sachant que la brucellose animale est endémique dans le pourtour du bassin méditerranéen et les pays en voie de développement où elle pose toujours un véritable problème de santé publique majeur. En outre, le système d'élevage en vigueur dans certaines localités de la wilaya est caractérisé par une cohabitation étroite entre les animaux et les habitants ce que rend la transmission beaucoup plus rapide.

En réalité, par manque de coopération de l'éleveur des cheptels, le secteur de l'agriculture est confronté à d'énormes difficultés, entre autres, nous pouvons citer :

- Problème d'identification et du recensement des cheptels en l'occurrence les bovins dont la vache laitière,
- La difficulté du contrôle du mouvement du cheptel à l'échelle National,
- L'absence du contrôle du commerce des bovins au niveau des marchés des bestiaux,

- Les échanges commerciaux internationaux peuvent être à l'origine d'une ascension importante du cheptel importé provenant même des pays qui enregistrent une réémergence des foyers de brucellose animale.
 - Les habitudes d'échange des animaux particulièrement le taureau entre les éleveurs,
 - Les établissements sanitaires d'élevage du cheptel ne sont pas conformes aux normes
 - La méconnaissance de la densité animale réelle et du mode d'élevage des animaux
 - L'abattage clandestin des animaux
 - La sous déclaration voir la non déclaration des avortements qui constituent un bon indicateur de la surveillance de la Brucellose animale.
 - Les mesures d'hygiène individuelles et collectives ne sont pas respectées
 - Les habitudes alimentaires (consommation du lait cru) et les comportements à risque (le décollement manuel du placenta) constituent des facteurs de risque à évaluer.
 - La méconnaissance de la répartition de populations exposées au risque
 - L'absence de contrôle systématique des points de vente du lait en vrac et les produits laitiers. Le problème est majoré par l'inégalité de l'accessibilité aux soins au niveau des zones à risque surtout que la Brucellose est une maladie difficile à diagnostiquer.
 - Théoriquement, on sait que les interactions entre l'animal, l'homme et l'environnement induisent un risque potentiel de transmission de la brucellose entre animaux et de l'animal à l'homme, à Constantine, aucune étude géographique de la brucellose humaine et animale n'a été menée bien qu'elle est considérée comme une zone appropriée pour l'étude de la brucellose humaine en raison de sa disposition d'un environnement adéquat pour les animaux les plus responsables des épidémies de brucellose humaine qui peuvent passer inaperçue.
 - Avec la complexité des liens entre la santé et l'environnement, comment peut-on identifier précocement le risque brucellique dans un territoire, pour cela notre étude abordera :
 - La Description spatiale de la distribution de la brucellose et les facteurs socio environnementaux associés à cette dernière.
 - Les aspects spatiaux et temporels des interactions entre la maladie, les facteurs de risque.
- C'est à ces questions en collaboration** avec les géomaticiens, géographes et les spécialistes de la santé publique humaine et animale que nous avons tenté d'apporter des éléments de solution efficaces et robustes à travers ce travail de thèse qui va permettre d'établir une base de données sur la brucellose à travers l'application du Système d'information Géographique (SIG) dans la surveillance épidémiologique des zoonoses particulièrement la brucellose comme type de description.

2. Les objectifs de ce travail :

2.1. Objectif général :

Développer l'application du système d'information géographique pour la surveillance épidémiologique des zoonoses le cas de la brucellose dans la wilaya de Constantine.

2.2. Objectif secondaire :

Concevoir un tableau de bord à supports cartographiques pour la surveillance épidémiologique des maladies transmissibles le cas de la Brucellose.

2.3. Objectifs spécifiques :

1. Application du SIG dans la surveillance de la brucellose.
2. Etudier les facteurs de risque de la brucellose.
3. Analyser les relations existantes entre la population humaine et animale d'un territoire concernant le risque brucellique.
4. Montrer l'intérêt du support cartographique dans d'alerte précoce.

CHAPITRE II :
REVUE DE LA LITTERATURE :
CONNAISSANCES ET ACTUALITES

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES

1. Généralités sur les zoonoses :

Le terme « zoonoses » est dérivé des mots grecs « zoon », qui signifie animal, et « nosos », qui signifie maladie. Selon l'OMS, toute maladie ou infection naturellement transmissible des animaux vertébrés à l'homme ou de l'homme à l'animal est classée comme une zoonose [4]. Parmi les agents pathogènes humains, environ 61 % sont de nature zoonotique [5]. Les zoonoses constituent un grave problème de santé publique représentant un danger direct pour la santé humaine pouvant entraîner la mort.

À travers le monde, 13 zoonoses les plus courantes ont eu le plus d'impact sur les éleveurs dans les pays à revenu faible et intermédiaire et ont causé environ 2,4 milliards de cas de maladie et 2,7 millions de décès chez l'homme par an. En plus de leur effet négatif sur l'homme, La plupart de ces maladies affectent la santé animale et diminuent la production animale [6]

Les zoonoses sont causées par un large éventail d'agents pathogènes. Environ 42 % sont d'origine bactérienne, 22 % virale, 29 % parasitaire, 5 % fongique et 2 % due à prion [9]. De même, les virus à ARN sont connus pour être responsables de zoonoses. [10]. L'ancienne classification des zoonoses comprend les termes anthroozoonoses, zooanthroponoses, amphixénoses et eu zoonoses [8]. Les anthroozoonoses sont des maladies animales pouvant être transmises de l'animale à l'homme, **l'exemple de la Brucellose.**

En Algérie, la tuberculose, la rage et la brucellose restent des maladies d'actualité dans notre pays, avec aux moyennes :

- 900 cas/an chez les animaux et 20 cas/an chez les humains pour la rage,
- 350 cas /an chez les bovins et 21000 cas/an chez les humains pour la tuberculose,
- 3000 cas/an chez les animaux et 6500 cas/an chez les humains pour la brucellose.

Le nombre de cas de la brucellose bovine est largement en dessous des chiffres réels sur terrain, et cela en l'absence de dépistage systématique du cheptel bovin ce qui laisse une grande partie des cas non détectés. Il est à noter également que 40% des vétérinaires ne déclarent pas, le manque de collaboration entre les médecins et les vétérinaires au sujet des zoonoses et la méconnaissance par les éleveurs des risques liés à ces maladies l'exemple de la brucellose.

Des facteurs tels que le changement climatique, l'urbanisation, la migration, le commerce des animaux, les voyages et le tourisme, la biologie des vecteurs, les facteurs anthropiques et les facteurs naturels ont grandement influencé l'épidémiologie des zoonoses (l'émergence, la réémergence, la distribution et les schémas des zoonoses). Au fil du temps, on constate il y a plus de maladies zoonotiques émergentes et ré-émergentes. Nous avons également mis en évidence la COVID-19, une nouvelle maladie zoonotique émergente ayant comme réservoir probable des chauves-souris qui a touché des millions de personnes avec des conséquences mondiales dévastatrices. La mise en œuvre de mesures One Health est fortement recommandée pour la prévention et le contrôle efficaces d'éventuelles zoonoses.

Les sujets humains, les animaux et l'environnement jouent un rôle important dans l'émergence et la transmission de différentes maladies infectieuses [1].

Le rapport « Stratégie Asie-Pacifique pour les maladies émergentes : 2010 » a estimé qu'environ 60 % des infections humaines émergentes sont de nature zoonotique et parmi ces agents pathogènes, plus de 70 % proviennent d'espèces sauvages [2]. Les maladies nouvellement apparues chez l'homme au cours des dernières décennies étaient d'origine animale et directement associées aux aliments d'origine animale [3]. Les animaux domestiques jouent un rôle important dans la transmission de diverses maladies à l'homme et, dans de nombreux cas, ils agissent comme des amplificateurs d'agents pathogènes issus d'animaux sauvages [22]. L'association positive entre les animaux domestiques et les humains pour influencer la diversité des agents pathogènes a été émise il y a longtemps [23]. On estime qu'environ 60% des maladies infectieuses humaines proviennent d'animaux vertébrés [5,24]. Le contact humain direct avec les animaux s'est élargi grâce à l'introduction de la domestication de différents animaux vertébrés [25]. Les modes de transmission possibles des bactéries, virus, parasites ou champignons zoonotiques se font par contact direct, ingestion, inhalation, à travers les conjonctives ou à l'occasion d'une morsure [24]. Les bovins, les moutons, les chèvres, les chiens, les chats, les chevaux, les porcs et d'autres animaux domestiques agissent comme des réservoirs d'agents pathogènes des zoonoses domestiques et peuvent transmettre les maladies à l'homme [26]. La brucellose est l'une des zoonoses bactériennes les plus courantes, causant chaque année plus de 500 000 cas humains dans le monde [35]. La maladie est classée comme une zoonose oubliée selon l'OMS [36].

Au moins 250 zoonoses ont été répertoriées comme maladies zoonotiques émergentes et ré-émergentes au cours des 70 dernières années. Le contact ou l'interaction accrue entre l'homme et l'animal résultant de changements dans le comportement humain et animal, l'habitat, l'écologie, la biologie des vecteurs, l'adaptabilité des agents pathogènes, le changement des pratiques agricoles, les systèmes de production animale, la sécurité alimentaire, l'urbanisation, la déforestation et le changement climatique sont parmi les facteurs déclencheurs pour l'émergence de maladies zoonotiques [121]. La faune peut agir comme une source ou un réservoir pour les agents pathogènes zoonotiques émergents et ré-émergents [122].

Les maladies émergentes et ré-émergentes ont des impacts significatifs, non seulement sur la santé publique, mais aussi sur l'aspect socio-économique dans le monde [123,124,125,126]. Parmi les 175 maladies émergentes signalées, 132 maladies sont considérées comme des maladies zoonotiques émergentes [5]. Un autre rapport a estimé qu'environ 60,3 % des maladies émergentes peuvent être classées dans les zoonoses, parmi eux, 71,8 % provenaient de la faune [127]. Les modes de transmission des zoonoses fauniques sont influencés par la nature de l'agent pathogène impliqué et des paramètres climatiques tels que la température, l'humidité et les précipitations [122]. L'émergence et la réémergence de ces agents pathogènes dépendent de leurs modes de transmission entre les animaux sauvages, les animaux domestiques et les humains. Les facteurs ayant un impact sur ces processus comprennent : une augmentation rapide de la population humaine, la résistance aux antibiotiques, les décès d'animaux causés par les zoonoses peuvent imposer des pertes économiques massives au secteur de l'élevage, pertes importantes de produits d'origine animale tels que la viande, le lait et les œufs, qui peuvent atteindre plus de 70 %. La santé humaine et la nutrition sont également affectées en raison de l'offre réduite d'aliments riches en protéines d'origine animale tels que le lait, la viande et les œufs [208]. Les maladies zoonotiques, telles que la brucellose, peuvent entraîner l'infertilité, l'avortement et une progéniture faible. Cela peut causer de grandes pertes économiques aux agriculteurs et à l'ensemble des pays. Les zoonoses peuvent donc entraver le commerce international des animaux et des produits d'origine animale (viande, lait et œufs) et des sous-produits à travers le monde. L'économie est également extrêmement affectée en raison des mesures requises pour le contrôle et l'éradication des zoonoses telles que la surveillance, le diagnostic, l'isolement et la mise en quarantaine, la restriction du transport des animaux, les programmes de traitement et de vaccination, l'inspection de la viande, du

lait et la biosécurité. De 1995 à 2008, l'impact économique mondial des épidémies zoonotiques a dépassé 120 milliards USD [209]. Au Royaume-Uni, les pertes économiques dues aux zoonoses étaient importantes [210]. En outre, d'autres pays ont également subi des pertes économiques drastiques en raison d'épidémies d'agents pathogènes zoonotiques d'origine alimentaire. Il convient de noter que l'économie mondiale a été gravement touchée par l'épidémie de SRAS, qui a touché plusieurs secteurs. De plus, l'émergence de la grippe aviaire hautement pathogène a considérablement réduit le tourisme au Mexique et entraîné des pertes économiques pour le pays [215]. En outre, le Chili a subi de lourdes pertes économiques en raison de l'épidémie de grippe aviaire hautement pathogène [216]. Le coût de la mise en œuvre de mesures de contrôle étendues, y compris l'abattage de tous les bovins infectés et l'abattage des animaux à risque, était exorbitant [217]. En raison de la forte interdépendance entre les animaux, les humains et l'environnement ; la recherche axée sur l'approche « Health – one » doit être priorisée pour identifier les étapes d'intervention critiques dans la transmission des agents pathogènes. Une surveillance active robuste ciblant toutes les composantes de cette approche doit être mise en œuvre pour détecter précocement et avec précision les zoonoses, afin que des mesures de contrôle efficaces puissent être prises.

2. LA BRUCELLOSE :

2.1. Historique de la Brucellose :

2.1.1. Dans le monde :

La Brucellose est connue depuis l'Antiquité depuis l'époque romaine : un cinquième des squelettes retrouvés à Herculaneum, ensevelis suite à l'éruption du Vésuve de 79, en portaient des traces. [245]. La Brucellose détectée sur des vieux os de mille ans grâce à l'étude de vertèbres Millénaires, des scientifiques ont découvert les premiers cas de brucellose remontant au Moyen âge [244].



Figure 1 : cinquième des squelettes retrouvés à Herculaneum

Source: **Discovery news, American Journal of Physical Anthropology** Photo 1: G.L. Kohuth/MSU

Des chercheurs américains ont identifié des traces de **brucellose** sur de nombreux os médiévaux trouvés en Albanie. Certains appartenaient à deux adolescents du Xe et XIIIe siècle, dont les Vertèbres présentaient d'importantes lésions. Ces os provenaient de la ville de Butrint, connu pour avoir été une grande colonie romaine dans l'antiquité. [265]

Cette étude, publiée dans l'**American Journal of Physical Anthropology**, établit que cette Maladie était déjà présente depuis au moins le Moyen Âge, en Albanie.

Cette trace de brucellose est la plus ancienne au monde à avoir été prouvée scientifiquement [245]. Dans un premier temps, les échantillons envoyés au laboratoire pour identifier des traces de Tuberculose se sont avérés négatifs. Les chercheurs ont alors conçu un nouveau test de dépistage concernant la brucellose car ces deux maladies provoquent des lésions osseuses semblables. Pour **David Foran**, directeur du programme de médecine légale à l'université du Michigan, « il est étonnant de trouver des nouveautés dans quelque chose vieux de mille ans ! »

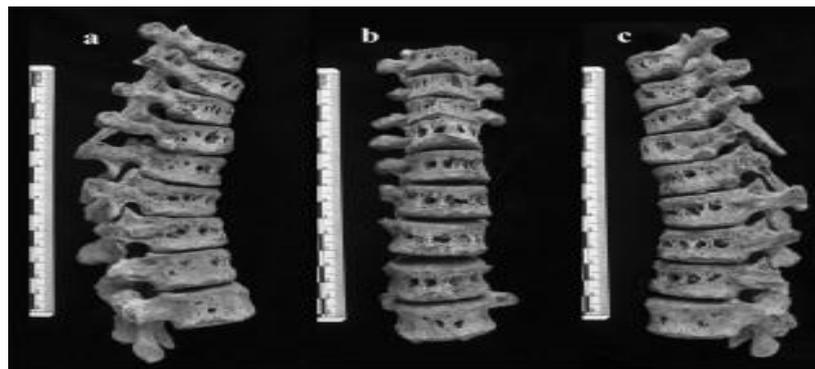


Figure 2 : Vertèbres d'adolescents du Xe et XIIIe siècle, en Albanie avec lésions osseuses

Source : **Discovery news, American Journal of Physical Anthropology** Photo 2 : G.L. Kohuth/ MSU

La brucellose, ou fièvre de Malte, est une maladie infectieuse. Principalement animale, dans les régions rurales agricoles méditerranéennes elle se transmet de brebis infectées à l'homme. Dans les années 1850 et durant la Guerre de Crimée, la maladie attire pour la première fois l'attention des Médecins Militaires Britanniques à Malte.

- En 1863 : La première description clinique a été faite par MARSTON sous le nom de fièvre Méditerranéenne.
- En 1887 : David Bruce Médecin militaire Anglais à Malte établit la relation causale entre le micro-organisme et la maladie, par culture de la rate de plusieurs civils et soldats décédés.
- En 1893, le germe reçoit le nom de *Micrococcus melitensis* par David Bruce

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES

- 1895 : Cochez établit les premières descriptions de la maladie en Algérie
- 1896 : Bang, vétérinaire Danois isole à partir de produits d'avortements bovins le « bacille de l'avortement épizootique de la vache » et l'appela *Bacillus Abortus Bovis*.
- 1897 : Almroth Wright a démontré la présence d'anticorps agglutinants dans le sérum des malades (l'agglutination de *micrococcus mélitensis* à le même principe que la séro agglutination typhoïdique) et met au point la réaction d'agglutination qui porte son nom.
- En 1905_: Themistocles Zammit, en voulant étudier la maladie sur le modèle animal de la chèvre à Malte, découvre qu'elles sont toutes positives au test de Wright et que la brucellose est donc une anthropozoonose.
- Dans le courant du siècle dernier, le Dr Jullien de Joyeuse travaille pendant plusieurs années sur la maladie. Il publie en 1933, dans la revue médicale *Paris médical*, un article intitulé « Brucellose et Tuberculose » faisant le point sur la recherche et les traitements disponibles. Ses recherches sont récompensées en 1934 par la médaille de l'Académie nationale de médecine, à qui il adresse la même année un article intitulé « Le Centre de traitement de la fièvre ondulante de Joyeuse » (Largentière, Mazel – 1934).
- Le 4 mai 1935, il organise et participe en tant que l'un des meilleurs spécialistes dans le domaine au 1^{er} congrès de recherche sur la Brucellose chez l'homme et l'animal qui se déroule à Avignon. Il met au point l'un des premiers vaccins curatifs disponible sur le marché, le Paronduline, commercialisé par les Laboratoires Ducatte.
- En 1897, le Médecin Vétérinaire Danois Bernhard Lauritz Frederik Bang isole la bactérie *Brucella abortus bovis*, responsable de la brucellose bovine et d'une forme de brucellose humaine appelée « fièvre ondulante de Bang » ou « maladie de Bang ».
- 1905 : Zammit à Malte définit le rôle épidémiologique des caprins
- 1914 : Traum (USA) isole *Bacillus Abortus Suis* à partir de fœtus de truies avortées.
- 1918 : Evans démontre la parenté des différents germes.
- 1920 : Meyer et Shaw regroupent tous les germes dans le genre *Brucella*.
- 1922 : Burnet découvre l'intradermo-réaction à la mélinite.
- 1979 : La brucellose est intégrée à la liste des maladies à déclaration obligatoire en Algérie.
- 1984 : Premières déclarations en Algérie : épidémie de Ghardaïa (600 cas) causée par *B. Melitensis* et due à l'ingestion de fromage frais.
- 1985 : Création du Comité National de Lutte contre les Zoonoses (CNLCZ).

2.1.2. En Algérie :

L'existence de la brucellose en Algérie remonte au 19^{ème} siècle. En effet, les premières descriptions de la maladie ont été faites par Cochez en 1895, qui soupçonna l'existence de cette maladie à Alger, puis en 1899 par Le grain dans la vallée de la Soummam. [248, 250, 274, 275].

Au début du 20^{ème} siècle, elle fut reconnue par Brault, d'après les symptômes cliniques, puis démontrée bactériologiquement pour la première fois par Gillot [248,249, 250, 274, 275]. Ainsi, elle fût révélée en premier chez l'homme. Suite à ces observations, des recherches furent instituées en 1907 sur des élevages caprins par Sergent et collaborateurs à Alger et Oran. Ces études révélèrent l'infection non seulement des caprins mais aussi des autres animaux domestiques. Le taux était élevé dans les élevages comprenant des chèvres maltaises [248, 250, 251, 255, 274, 275].

A l'issue de ces travaux, les autorités Algériennes ont établi un arrêté interdisant l'importation de caprins et bovins provenant de Malte (le berceau de la brucellose) [250, 255, 274, 275]. Ceci fût les premières mesures prophylactiques prises contre la brucellose, en Algérie. Plusieurs travaux de recherche furent entrepris de 1911 à 1956 confirmant la présence de la brucellose à l'Ouest (Oran), au Centre (Alger), à l'Est (Constantine) et même au Sud (Hoggar) [250, 255, 274, 275]. Dès la découverte de la brucellose en Algérie, plusieurs travaux relièrent son origine à l'importation de chèvres espagnoles. Il fallait attendre quelques années après l'indépendance, pour retrouver la première étude menée sur la brucellose bovine par Benelmouffok en 1969 [275,276]. En effet, pour reconstituer le cheptel bovin, le ministère de l'agriculture importa des bovins de race pure. Ces animaux étaient indemnes de brucellose à leur arrivée dans notre pays. Mais, ils se contaminaient après un séjour d'un an au maximum. Devant la fréquence des avortements au sein de ces élevages, des sondages furent entrepris. Ils rapportèrent un taux d'infection de 23% au sein du secteur d'Etat. Ce taux était élevé comparativement aux autres pays Maghrébins, 1,94% pour la Tunisie et 14% pour le Maroc pour 1966-1967. L'infection était étendue principalement au nord du pays, certaines wilayas étaient plus infectées que d'autres. Ceci s'explique par l'existence de fortes unités de production dans ces régions [275,276]. Suite à cette situation, une ébauche de prophylaxie a été entreprise en 1970 [275].

2.2. Épidémiologie synthétique de la Brucellose

a- La Brucellose Humaine

- Dans le Monde :

La Brucellose est une zoonose très répandue dans le monde [260-273-279-281, 283]. Elle constitue un risque permanent pour la santé humaine et animale. C'est une maladie hautement contagieuse due à des coccobacilles du genre *Brucella*, commune à de nombreuses espèces animales et à l'homme, décrite en l'île de Malte en 1859 par David Bruce d'où son nom de fièvre de Malte mais on la dénomme aussi mélitococcie ou fièvre ondulante. On note également que la maladie de Bang, fièvre de Crimée, fièvre de roche, fièvre ondulante, fièvre méditerranéenne et fièvre de Gibraltar désignent la brucellose [280-282]. Et reste une menace sérieuse pour la santé humaine et le bien-être des populations [37-262-263-264-269 et 284]. L'épidémiologie de la brucellose humaine est étroitement liée à l'infection animale, L'OMS estime l'incidence mondiale de la maladie à 500.000 cas par an [264- 269- 283, 284 et 297] alors que l'incidence réelle serait de l'ordre de 5.10^6 à $12,5.10^6$ cas/ an. [262-263- 269]. La sous-déclaration de la brucellose est signalée dans le monde entier car la maladie est méconnue des patients et des médecins en raison de ses caractéristiques cliniques non spécifiques, le taux d'incidence de la brucellose humaine varie fortement d'un pays à l'autre [297]. Ainsi, selon les régions du monde, elle toucherait, chaque année, entre 0,025 et 200 personnes sur 100 000. [298, 300, 301]. À l'instar de la France, de nombreux pays « économiquement développés » ont réussi à combattre efficacement la brucellose grâce à des mesures de gestion drastiques. Aux États-Unis par exemple, l'incidence de la brucellose humaine n'est plus que de 0,036 cas pour 100 000 habitants. [296,297, 298, 299, 300].

Les pays ayant moins de ressources financières n'ont généralement pas les moyens de mettre en place de larges programmes de lutte contre la « fièvre de Malte » ; si bien qu'à l'échelle mondiale, la brucellose demeure endémique dans les Balkans, au Moyen-Orient, en Asie de l'Ouest, dans des régions d'Afrique ou encore en Amérique latine... [297, 302].

Dans certains pays enzootiques, l'incidence rapportée demeure faible en raison de l'insuffisance des systèmes de surveillance [331].

Les Pays du bassin méditerranéen :

- **En Europe**, le contraste épidémiologique est très marqué d'un territoire à l'autre. Les incidences observées semblent dépendre des politiques sanitaires menées par les différents pays. Entre 1995 et 2000, la France dénombre 330 cas de brucellose humaine contre 7584 pour l'Italie, 1799 pour la Grèce, 11102 pour l'Espagne, 4589 pour le Portugal, et zéro pour le Danemark [295, 296, 304]. Soit, pour 100 000 habitants, une incidence annuelle moyenne de : 0,1 cas en France, 2,2 cas en Italie, 2,8 cas en Grèce, 4,6 cas en Espagne et 7,6 cas au Portugal [300].

En France dans le contexte d'absence de foyers de brucellose animale chez les ruminants (bovins, ovins, caprins), une trentaine de cas de brucellose humaine sont déclarés annuellement et au moins 80% sont importés [298, 299].

Les pays du Moyen –Orient : dans certaines régions endémiques, les taux d'incidence annuels de brucellose Humaine par 100.000 d'habitants observés semblent supérieurs aux valeurs maximales rencontrées en Europe, en Arabie Saoudite (214,4), en Iran (238,6), en Turquie (262,2) et en Irak (278,4). L'OMS estime qu'au Moyen-Orient, l'incidence réelle est de 10 à 25 fois supérieure à l'incidence observée, elle est d'environ 25 nouveaux cas par an pour 100 000 habitants ; et s'élèverait à 160/100 000 en Syrie [283, 300, 301].

L'incidence la plus élevée est constatée dans le Bassin méditerranéen, en Afrique subsaharienne, en Chine, en Inde, Amérique latine (Pérou et Mexique), et dans la péninsule des Balkans [264,268]. Actuellement, les pays d'Asie centrale et d'Asie du Sud-Est enregistrent une période épidémique (forte augmentation du nombre de cas). Cependant, plusieurs pays en Europe centrale et du nord, ainsi que le Canada, le Japon, l'Australie et la Nouvelle Zélande sont considérés comme indemnes de l'agent causal. [271]

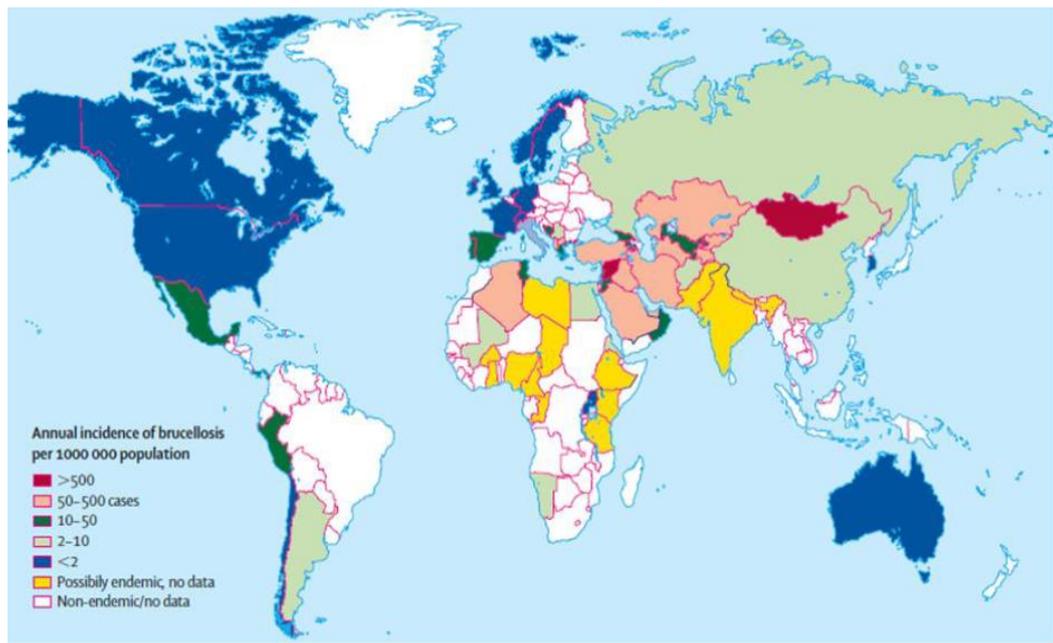


Figure 3 : Répartition géographique de la brucellose humaine

(Source: <http://thelancet.com> Vol 6 February 2006)

Bien que, la Brucellose est éradiquée ou en voie de l'être dans bon nombre de pays industrialisés, cette maladie constitue encore de nos jours une source de préoccupation dans les pays en voie de développement [274, 284, 285]. Dans les pays tempérés et froids, il existe un effet saisonnier lié à la période de mises bas des espèces domestiques (printemps et été) avec un pic au mois de Mai.

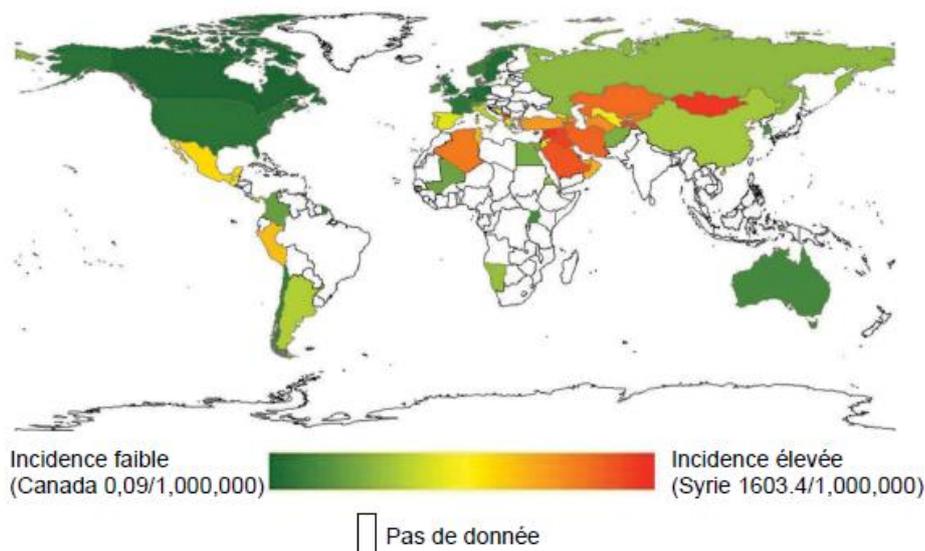


Figure 4 : Carte représentant l'incidence de la brucellose humaine dans le Monde

Incidence Humain pour 1000 000 habitants (Adapté de Hull and Schumaker 2018).

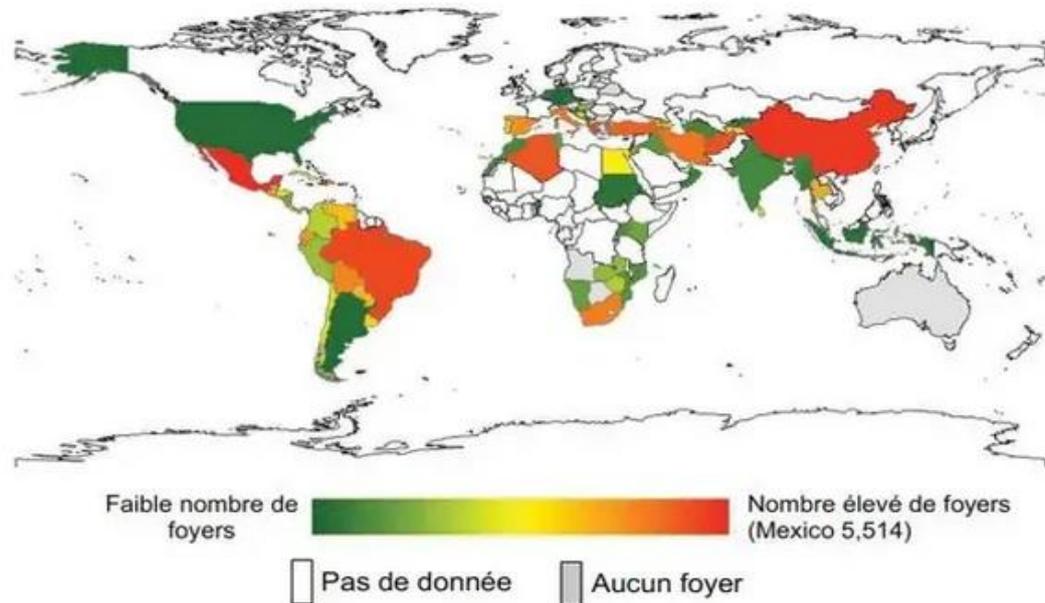


Figure 5 : Cartes du nombre de foyers de brucellose (*B. abortus*, *B. melitensis* et *B. suis*) chez les ruminants rapportés à WAHIS en 2014. WAHIS: World Animal Health Information Database. Adapté de (Hull and Schumaker 2018).

La répartition géographique de la brucellose est en constante évolution, avec de nouveaux foyers émergents ou ré-émergents. L'épidémiologie de la brucellose humaine a radicalement changé au cours des dernières années pour diverses raisons sanitaires, socio-économiques et politiques, ainsi que l'augmentation des voyages internationaux [274,322]. De nouveaux foyers de brucellose humaine sont apparus, notamment en Asie centrale, tandis que la situation dans certains pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord s'aggrave rapidement [274].

La brucellose est une maladie à déclaration obligatoire dans la plupart des pays ; elle doit être signalée aux autorités sanitaires locales et nationales par le personnel de santé. Cependant, on note une sous-déclaration et les chiffres officiels ne constituent qu'une fraction de l'incidence réelle de la maladie.

Ainsi, la véritable incidence de la brucellose humaine est inconnue et le fardeau estimé de la maladie varie considérablement, de $< 0,03$ à >160 pour 100 000 habitants [274].

La brucellose est endémique dans le bassin méditerranéen, en particulier dans les pays d'Afrique du Nord [274].

En 2015, 439 cas confirmés de brucellose ont été rapportés dans les pays de l'Union européenne, soit 0,1 cas par 100 000 habitants [296, 297].

Les pays ayant signalé les taux de brucellose les plus élevés sont la Grèce (109 cas confirmés avec un taux d'incidence de 1/100 000 individus), l'Italie (105 cas confirmés avec un taux d'incidence de 0,17/100 000 individus) et le Portugal (46 cas confirmés avec un taux d'incidence de 0,44/100 000 personnes), qui représentaient collectivement 59,5 % de tous les cas confirmés cette année-là. L'Espagne en quatrième position avec 33 cas confirmés et un taux d'incidence de 0,07/100 000 individus.

Quelques cas humains (4 à 8) sont rapportés chaque année en Belgique [322].

A l'exception de quelques cas autochtones en 2012 après une exposition professionnelle, les infections sont liées à un voyage à l'étranger, dans des pays où la maladie est toujours endémique.

Néanmoins, la maladie est probablement sous-diagnostiquée en raison du polymorphisme clinique et de la non-spécificité des symptômes [257]. Quoique la brucellose humaine soit rarement mortelle, un traitement tardif et inadéquat en phase aiguë peut entraîner une maladie chronique difficile à guérir [297].

Le taux de létalité de la brucellose humaine est inférieur à 1 %, la majorité des décès étant attribués à l'endocardite [324].

- Dans la région du Maghreb (Algérie, la Tunisie et le Maroc) :

Depuis le milieu des années 1980, la situation épidémiologique était mal connue et les cas de brucellose humaine étaient rarement signalés ou mal diagnostiqués malgré un important réservoir animal, la maladie est endémique et elle pose encore un véritable problème majeur de santé publique.

- En Algérie :

En 1984, plusieurs foyers dus à *B. melitensis*, plus de 600 cas humains ont été signalés à Ghardaïa (Sud Algérie), Tlemcen (Ouest Algérie) et Sétif (Est Algérie), ce qui a conduit les services de santé publique à mettre en place des mesures de contrôle et d'éradication, tant animales qu'humaines de la brucellose en Algérie [249, 250,251].

En Algérie, les zoonoses se trouvent en première position avec 67,9% de l'ensemble des MDO déclarées en 2010 dont 31,74% pour la brucellose et 66,71 pour la leishmaniose cutanée.

En 2014, la brucellose vient en 1^{ère} position avec 52,79% et la L.C en 2^{ème} position avec 43,34 %.

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES

REPARTITION DES DECLARATIONS PAR GROUPE DE MALADIES - ANNEE 2010

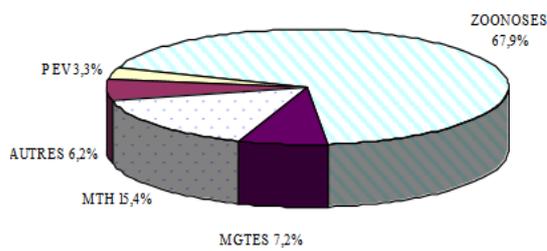


Figure 6. Structure des MDO, 2010

Source : REM, INSP [328]

REPARTITION DES ZOONOSES ANNEE 2010

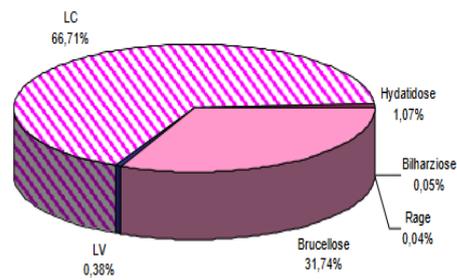


Figure 7. Structure des zoonoses, 2010

Source : REM, INSP [328]

REPARTITION DES ZOONOSES ANNEE 2014

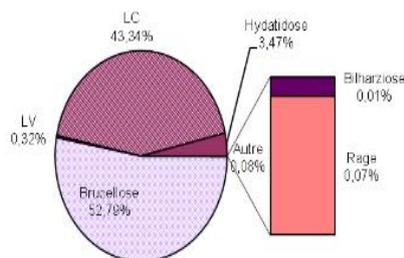


Figure 8. Structure des zoonoses, 2014

Source : REM, INSP [330].

REPARTITION DES ZOONOSES ANNEE 2015

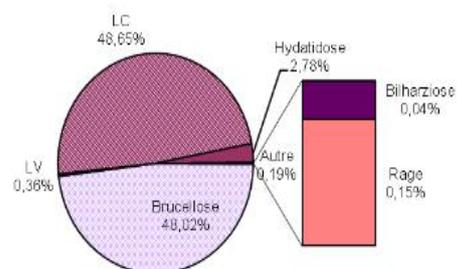


Figure 9. Structure des zoonoses, 2015

Source : REM, INSP [330].

INCIDENCE ANNUELLE DE LA BRUCELLOSE ANNEES 1990-2010

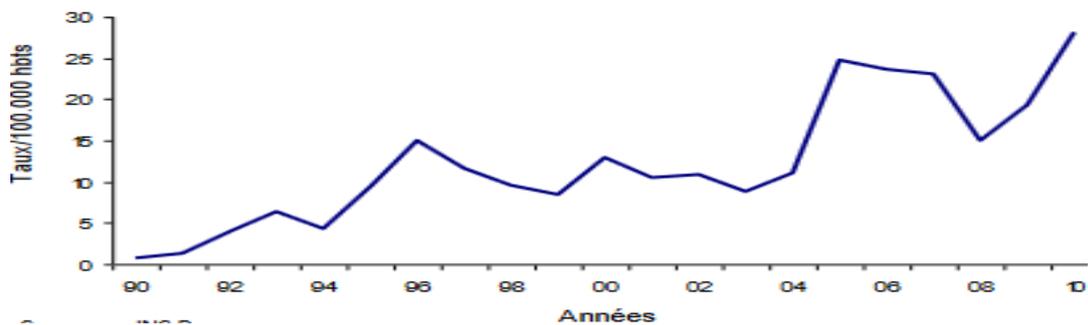


Figure 10. Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose humaine, Algérie, 1990-2010.

Source : REM INSP [328].



Figure 11. Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose humaine, Algérie, 2000-2017. Source : REM INSP [330].

En 2010, l'Algérie a enregistré 8630 cas humain confirmés et/ou suspects. Ce nombre a diminué de plus de moitié en 2011 soit 4449 cas suite à une bonne collaboration intersectorielle. Mais de nouveau, nous observons une tendance à la hausse durant les 3 dernières années pour atteindre 10780 cas soit une incidence de 26 pour 100.000 habitants en 2017, les zones d'élevage des hauts plateaux demeurent les foyers les plus actifs de la maladie. Sur le plan économique, les répercussions de la maladie sont considérables et la lutte contre cette maladie nécessite une collaboration entre différents secteurs : Ministère de la santé et de la population, Ministère de l'agriculture, le Ministère de l'intérieur, des collectivités locales et de l'aménagement du territoire et le Ministère du commerce [330, 368]. En Algérie, la brucellose sévit selon un mode endémo-épidémique, le pic d'incidence le plus élevé a été enregistré en 2010 avec 28,04 pour 100.000 habitants, puis l'incidence a baissée jusqu'en 2013 où le taux est passé de 14,15 pour 100.000 habitants en 2014 à 16,15 en 2015, puis de 21,02 pour 100.000 habitants en 2016 à 24,41 pour 100.000 habitants en 2017 avec l'émergence de nombreux foyers d'origine animale [328, 330].

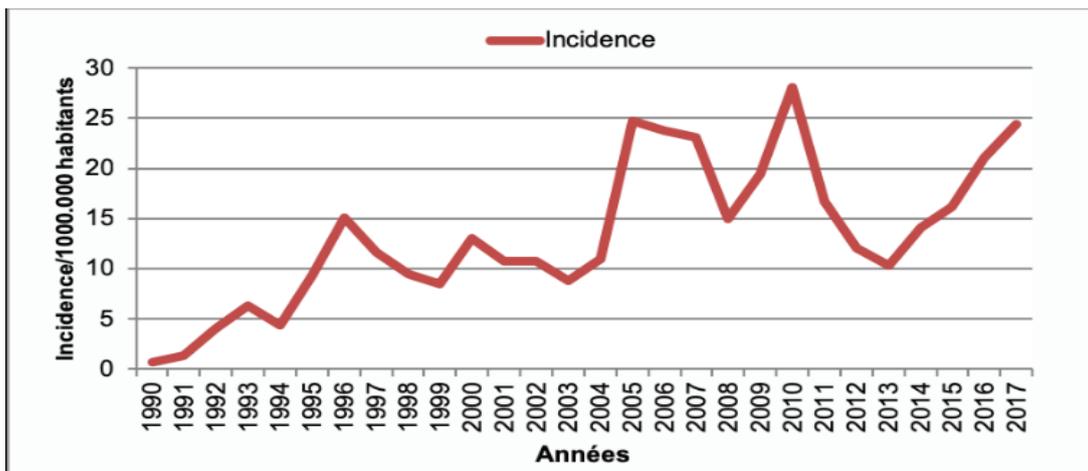
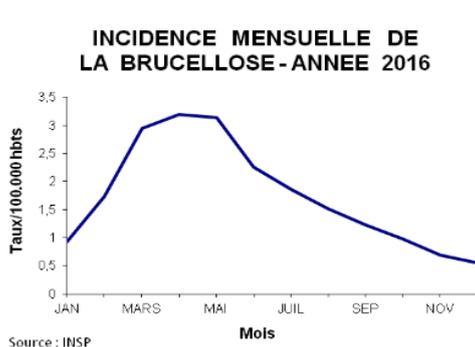


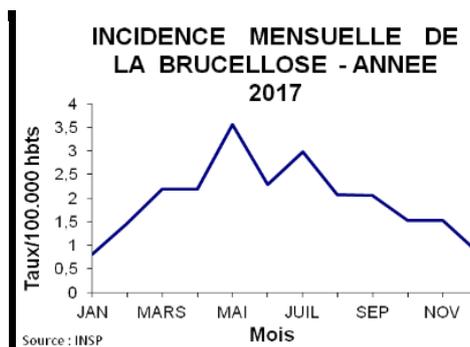
Figure 12. Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose humaine, Algérie, 1990 à 2017.

Source : REM INSP,

Généralement, la période épidémique observée se situerait au cours du printemps en débordant un peu sur la saison estivale. En effet, si on examine l'évolution du taux d'incidence mensuel pour 100.000 habitants de la brucellose.



Source : INSP



Source : INSP

Figure 13. Incidence mensuelle de brucellose

Source : REM INSP, 2016.

Figure 14. Incidence mensuelle de la brucellose

Source : REM INSP, 2017.

Durant l'année 2016, on remarque une hausse des fréquences en début d'année avec une période épidémique durant la saison du printemps à savoir, 2,95% en mars, 3,19% en avril et 3,14% en mai. Le taux d'incidence entame par la suite une descente progressive pour le reste de l'année.

En 2017, L'évolution mensuelle de l'incidence est schématisée par une courbe légèrement en cloche dont le pic maximal est enregistré en mai et qui est de 3,55 cas pour 100.000 habitants.

A cet égard, il faut rappeler que les périodes de printemps et d'automne correspondent à l'instant où le nombre de mises bas est très élevé chez les ruminants, particulièrement chez

les ovins et les caprins et de ce fait, la production lactée est à son maximum chez les femelles. On note durant cette période, une forte consommation de lait frais cru et de fromage frais, de différentes origines : vache, chèvre, brebis et chamelle et le contact des professionnels de l'élevage est le plus étroit avec les animaux, ce qui favorise la transmission de la maladie [328, 330].

Durant ces dernières années, parmi les wilayas qui ont connu des épidémies de brucellose :

Wilaya Ghardaïa : a enregistré les plus forts taux passant de 100,1 à 344,8 pour 100.000 habitants respectivement, en 2015, et en 2016 puis elle s'est nettement améliorée et l'incidence a chuté passant de 344,8 à 50,72 cas pour 100.000 habitants en 2017. [328, 330]

Wilaya de Djelfa : où il a été noté une augmentation du taux d'incidence, allant de 109,66 en 2015 à 164,38 cas pour 100.000 habitants en 2017. [328, 330]

La wilaya de Tindouf : a enregistré le taux d'incidence régional le plus élevé avec 198,82 cas pour 100.000 habitants. Les incidences mensuelles les plus élevées sont observées durant le bimestre mai - juin avec respectivement 79,53 et 76,21 cas pour 100.000 habitants.

Wilaya de Béchar : le taux d'incidence est de 132,9 cas pour 100.000 habitants avec 70% des cas notifiés dans la commune de Béchar. [328, 330]

La wilaya d'El Bayadh : Le taux a baissé de 184,49 en 2015 à 105,50 cas pour 100.000 habitants en 2016 et à 108,85 cas pour 100.000 habitants en 2017. Un pic d'incidence a été notifié en mai de 23,56 cas pour 100.000 habitants. [328, 330]

Pour ce qui est des wilayas de la région Est : toutes les wilayas sont touchées :

Wilaya Tébessa : le taux d'incidence est passé de 98,25 à 126,83 cas pour 100.000 habitants. Trois communes totalisent les deux tiers des cas : Tébessa (38,7%), Bir El Ater (19 %) et Cheria (14,2%) [330].

La Wilaya de M'Sila : le taux d'incidence a plus que doublé, passant de 42,24 à 103,62 cas pour 100.000 habitants. 54,5 % des cas ont été enregistrés dans la commune de M'Sila et la période épidémique a été observée durant le printemps : 16,99 en avril et 15,25 en mai. [328, 330]

Des épidémies ont également été observées en 2016 dans les wilayas de **Laghouat**,

Béchar et Naâma avec des taux respectifs de 95,41 ; 95,06 et 90,03 cas pour 100.000 habitants. [328, 330].

Les taux spécifiques à l'âge les plus élevés sont notifiés chez les adultes : 60,38 pour les 20-29 ans et 42,32 cas pour 100.000 habitants pour les 40-49 ans. [330]

Le sexe ratio étant en général, en faveur du sexe mâle [328, 330].

Tunisie :

En 1991, la Tunisie a enregistré plus de 400 cas humains à Gafsa (Sud tunisien).

Entre 2005-2018, les données de la surveillance épidémiologique montrent que l'incidence de la brucellose humaine a connu des variations importantes surtout à partir de 2013.

Une augmentation progressive de l'incidence a été remarquée après 2013 passant de 0,14 cas/100000 habitants à 0,99 cas/100000 habitants en 2018, ce qui correspond à une augmentation de plus de 7 fois (Figure 15). L'incidence annuelle de la brucellose humaine la plus élevée a été enregistrée en 2017 avec 1,13 cas/100000 habitants [326]

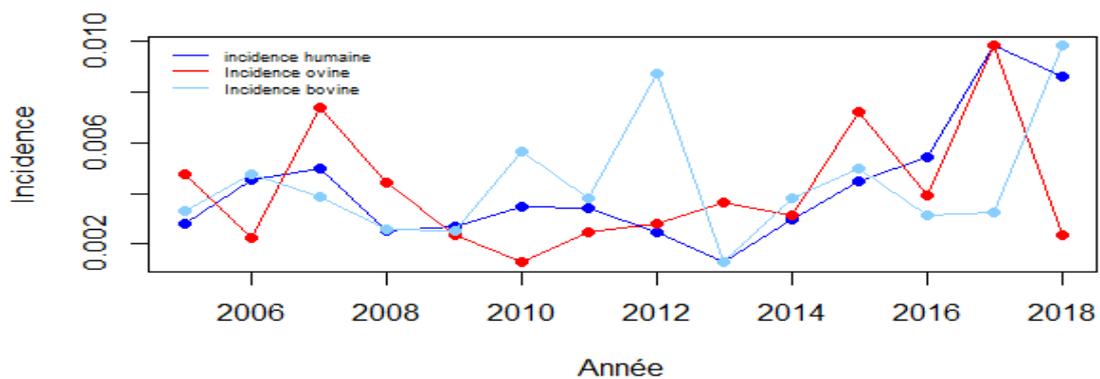


Figure 15 : Incidence annuelle de la brucellose humaine en Tunisie de 2005 à 2018[325].

Entre 2008 à 2017, la brucellose humaine présente un profil endémique surtout au niveau des régions du centre ouest de la Tunisie (Gafsa, Kasserine) et du sud (Kébili, Tataouine, Gabès) sont constamment les plus touchées [326].

En 2017, les gouvernorats de Gafsa et Kasserine ont totalisé 62% (703/1133) des cas déclarés, qui se répartissent comme suit ; Gafsa avec 42% (471/1133) et Kasserine avec 20% (232/1133).

Etant donné qu'il y'a des échanges commerciaux notamment dans le domaine du bétail entre l'Algérie et la Tunisie, le risque est majoré par le mouvement du cheptel non contrôlé (commerce informel) entre les deux pays [326].

Au Maroc :

314 cas probables ou confirmés de brucellose humaine étaient notifiés entre 2002-2019 [327]. Une faible incidence annuelle variant entre 0,003 et 0,394 pour 100.000 habitants a été enregistrée. Les cas étaient notifiés par 13,41% des provinces, et 18/21 provinces ayant déclaré des cas de brucellose bovine, étaient silencieuses pour la forme humaine. Les cas étaient survenus en majorité entre mars et juillet, avec un pic en avril. L'âge moyen était $41,7 \pm 17,8$ ans, le sexe ratio H/F était 1,006. Les agriculteurs et éleveurs représentaient 5,6% des professions rapportées. La consommation de lait non pasteurisé était le facteur d'exposition prédominant [327].

A Constantine, aucune étude géographique de la brucellose humaine et animale n'a été menée bien qu'elle est considérée comme une zone appropriée pour son étude en raison de sa disposition d'un environnement adéquat pour les animaux les plus responsables des épidémies de brucellose humaine. Également, aucune étude n'a été menée pour révéler les relations potentielles entre l'incidence des cas humains ou certains facteurs environnementaux, y compris la température, les précipitations, l'ensoleillement, l'humidité relative et la vitesse moyenne du vent, qui doivent faire l'objet d'études et des recherches supplémentaires. La survenue de la brucellose chez l'homme dépend en grande partie du réservoir animal [261]. La contagion a principalement lieu lors de mises bas, de césariennes ou d'avortements de vaches infectées qui dispersent dans le milieu extérieur des milliards de *Brucella*.

La plus forte incidence chez les humains s'observe là où l'infection existe chez le cheptel contaminé (bovin, mouton et la chèvre). La contamination humaine est essentiellement le fait de contacts directs avec des ruminants (bovins, caprins et ovins, souffrant d'avortements ou porteurs chroniques). Toutes les personnes travaillant en présence d'animaux infectés ou leur environnement souillé (litières, locaux d'élevage, véhicules de transport...): éleveurs et vétérinaires surtout lors d'une mise bas ou d'un avortement, bergers, laitiers, employés d'abattoirs (manipulation de carcasses ou d'abats...), équarrisseurs..., agriculteurs, personnes vivant dans les exploitations infectées, personnel de certains laboratoires (laboratoires vétérinaires), ou contamination indirecte, selon les habitudes alimentaires: la consommation de lait cru et les mauvaises conditions d'hygiène. La brucellose est particulièrement fréquente chez l'homme par exposition professionnelle.

Les groupes de sujets à risque sont nombreux dont les éleveurs, les bergers, les Trayeurs, les collecteurs, le personnel des abattoirs et des laboratoires de microbiologie lors des manipulations des cultures et les vétérinaires lors de la vaccination des animaux par inoculation accidentelle. Le diagnostic est souvent difficile en raison de l'absence de signes ou de symptômes typiques de la maladie. C'est une maladie d'expression polymorphe, de longue durée et évoluant par poussées, avec des manifestations peu spécifiques, elle peut provoquer un large éventail de symptômes cliniques allant d'une légère grippe à de graves complications nécessitant souvent une hospitalisation, des traitements longs et contraignants. Des formes chroniques peuvent également survenir chez certains patients. Elle se caractérise par de faibles taux de mortalité, mais elle peut entraîner des défaillances importantes dans le système immunitaire humain pouvant aller jusqu'à une invalidité grave (paralysie généralisée...) [298]. La Brucellose est partiellement immunisante. Il n'y pas de vaccin humain disponible. Elle cible le plus souvent le système de reproduction, ce qui entraîne une augmentation allant jusqu'à 40% de perte animale et jusqu'à 2% des décès fœtaux au cours des stades de la grossesse pour les femmes enceintes [298].

b- La Brucellose Animale :

Dans le Monde :

La Brucellose animale est une maladie importante en raison de son aspect zoonotique causée par le genre *Brucella*, comprenant *B. abortus*, *B. canis*, *B. suis*, *B. ceti*, *B. pinnipedialis* et *B. inopinata* [271, 299]. Elle reste importante dans les zones où *Brucella* spp est endémique chez les bovins, les ovins et les caprins, comme le bassin méditerranéen, l'Asie du Sud-Ouest et certaines parties de l'Amérique latine [284] et des conséquences économiques qu'elle engendre (pertes de production, entraves aux échanges commerciaux). Elle fait partie pour cela de la liste des maladies prioritaires de l'Office International des Epizooties. Comme pour toute maladie Infectieuse, la prévention (Surveillance et éradication de la maladie chez le bétail) reste le meilleur moyen de lutte [284].

Le réservoir animal est constitué par de nombreux animaux terrestres. Les principales espèces de *Brucellas* détectés chez les deux espèces domestiquées et sauvages **sont** :

- *Brucella melitensis*, agent causal principal (*B. melitensis* biotype 3 : 90,7% des souches identifiées) : ovins, caprins (Bassin méditerranéen, Moyen-Orient),

- *Brucella abortus* : bovidés (ubiquitaire)
- *Brucella suis* : suidés : (Amérique, Asie, Océanie).
- *B. canis* (le chien).

La répartition géographique de la maladie animale dans le monde est strictement corrélée à celle des régions d'élevage de caprins, d'ovins et de bovins. Elle concerne tous les continents, avec une densité des cas surtout marquée en Afrique, en Asie, notamment au Proche-Orient, et dans les pays d'Europe centrale, en particulier dans les pays des Balkans, Ces pays ne sont officiellement exempts de brucellose ni chez les bovins, ni chez les ovins, ni chez les caprins. L'Italie a promulgué des lois pour éliminer la brucellose bovine, ovine et caprine, qui ont conduit à un déclin substantiel de la brucellose et à l'éradication de la maladie dans les régions du nord de l'Italie.

- **Dans les pays du pourtour Méditerranéen**, malgré les programmes (Nationaux et régionaux) de lutte, la brucellose animale demeure endémique dans le pourtour du bassin méditerranéen et les pays en voie de développement particulièrement dans la région du Maghreb (Algérie, Maroc et la Tunisie) où elle pose encore un véritable problème de santé publique majeur et engendre un surcoût économique important [298]. En outre, une faible sensibilisation, des mesures préventives inefficaces, un échec thérapeutique initial élevé, une incapacité résiduelle importante et des taux de rechutes ont contribué au lourd fardeau de cette maladie sur la santé et l'économie des régions endémiques [333]. Alors que cette dernière a été maîtrisée dans de nombreux pays développés, ce qui a entraîné une nette diminution du nombre des cas humains devenus rares dans les pays ayant instauré une politique d'éradication de la maladie chez les animaux, en particulier les bovidés, surtout grâce à la vaccination [333, 335]. La manifestation clinique la plus fréquente est l'avortement chez la vache. Dans les pays en voie de développement, la maladie animale occasionne de lourdes pertes économiques dans les élevages : diminution de la production laitière, Perte en lait, fromage, viande et autres produits contaminés, Stérilité, avortement et mort parmi les animaux engendrant ainsi un impact socio-économique significatif sur la santé humaine et réduisant la productivité et donc la rentabilité des industries de l'élevage [274, 284 ; 336].

La brucellose chez les bovins est principalement associée à une infection par *Brucella abortus* [283]. Et l'infection chez l'homme résulte principalement d'un contact direct avec des bovins infectés ou indirectement par la consommation de lait non pasteurisé ou d'autres

produits laitiers [283]. Chez les bovins, la brucellose affecte principalement le système reproducteur, caractérisé par des avortements et des mortinaissances et une production laitière réduite [337]. Alors que la brucellose bovine a été éradiquée dans certains pays, comme la Nouvelle-Zélande et l'Australie, elle reste un problème majeur de santé publique et d'élevage dans la région méditerranéenne, en Afrique, en Amérique latine et dans certaines parties de l'Asie, y compris la Chine [333, 338].

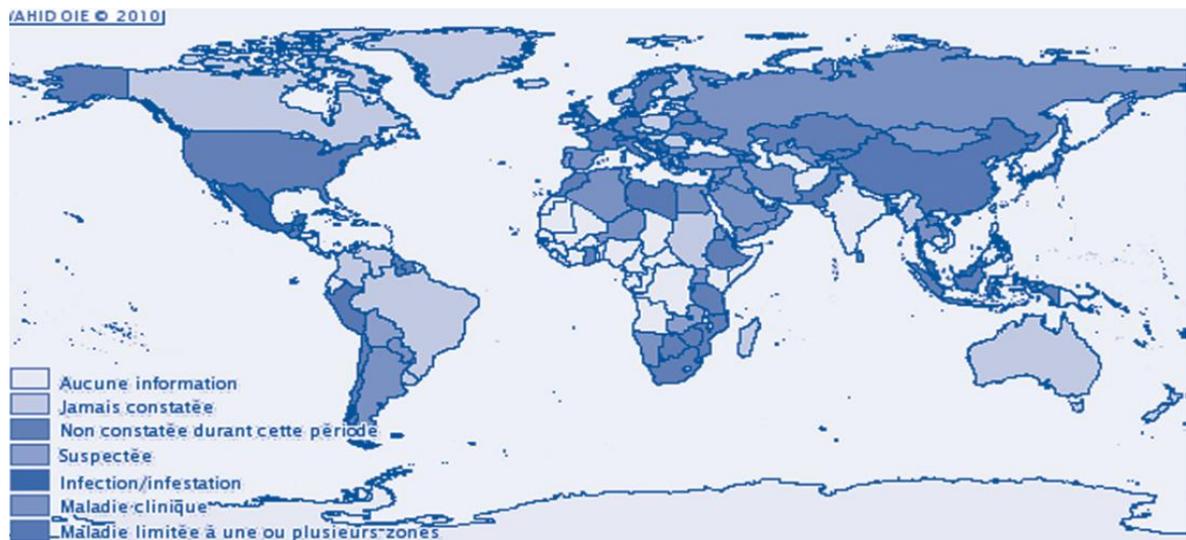


Figure 16. Répartition géographique de la brucellose animale (année 2009). Source : OIE.

Bien que les estimations des coûts associés aux infections par la brucellose restent limitées à des pays spécifiques, toutes les données suggèrent que les pertes économiques mondiales dues à la brucellose sont considérables non seulement dans la production animale (baisse de lait, avortement et retard de conception), mais aussi en santé publique (coût de traitement et perte de productivité) [337].

Comme pour toute maladie infectieuse, la surveillance épidémiologique adéquate et appropriée de la maladie chez l'homme et le bétail reste le meilleur moyen de lutte surtout que l'éradication de la maladie est difficile à obtenir. Toutefois, en raison des taux de succès thérapeutique faible, de nombreux pays comme par exemple, les États-Unis, les pays membres de l'Union européenne, l'Australie et la Nouvelle-Zélande ont adopté des programmes d'éradication par l'abattage des vaches infectées et la mise en quarantaine des congénères exposés jusqu'à ce qu'ils soient être abattus ou recertifiés comme Brucellose - free [263]. Pour pouvoir agir sur les phénomènes de santé prioritaires, il est essentiel de pouvoir disposer d'un système national de surveillance des phénomènes de santé qui doit

fonctionner efficacement. Ce système représente un élément-clé de la prise de décision en matière de santé publique pour tous les pays : identification des priorités, planification, mobilisation et allocation des ressources, prédiction et détection précoce des épidémies, surveillance continue et évaluation des programmes de prévention et de lutte contre les maladies. L'élaboration et le renforcement des systèmes nationaux de surveillance demandent un engagement important et à long terme en ressources matérielles et humaines, et commencent habituellement par une évaluation systématique des activités nationales de surveillance.

Les pays les plus touchés sont ceux qui ne disposent pas d'un bon système de surveillance et/ou qui n'ont pas pu maîtriser l'infection chez l'animal et où la pasteurisation du lait n'est pas systématique.

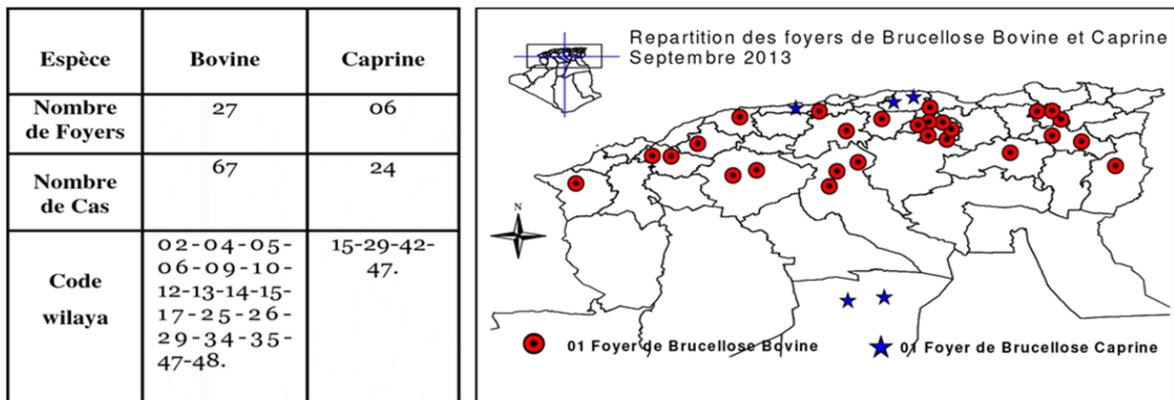


Figure 17 : Situation épidémiologique de la Brucellose animale, Algérie, 2013 DSA, Alger
L'infection du bétail provoque l'avortement et la stérilité chez les animaux domestiques et sauvages engendrant ainsi un impact socio-économique important [339] marqué par les conséquences considérables sur le développement des industries animales, le temps perdu par les patients en activités quotidiennes normales [337,339], et l'augmentation des frais médicaux par la thérapie de combinaison avec une longue durée d'action des médicaments.

2.3. Epidémiologie analytique :

2.3.1. Agent pathogène :

La Brucellose est due à des bactéries appartenant au genre *Brucella*. Six espèces (*B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis*, *B. ovis*, *B. canis*, *B. neotomae*) au sein desquelles existent plusieurs biovars, sont incriminées dans l'infection naturelle de plusieurs espèces animales comme les bovins, les petits ruminants, les porcins, les rongeurs, les carnivores et d'autres mammifères, y compris l'homme

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES

Les facteurs d'infection sont des bâtonnets aérobies, de petite taille (0.6 à 1.5 micron de long sur 0.4 micron d'épaisseur) à Gram négatif. Brucella, un genre découvert en 1887 par David Bruce, contient principalement les six espèces suivantes : Brucella suis, Brucella ovis, Brucella abortus, Brucella canis, Brucella melitensis, Brucella neotomae, également Brucella ceti, Brucella pinnipedialis, Brucella microti, Brucella inopin, Brucella vulpis et d'autres espèces sans référence dans la nomenclature, qui incluent des échantillons environnementaux [340, 341, 342].

Certaines espèces contiennent des biovars, par exemple : B. suis à cinq biovars, B. melitensis en contient trois et B. abortus neuf biovars [343]. La plupart de ces espèces infectent principalement des hôtes spécifiques : B. abortus provoque des maladies chez les bovins qui conduisent généralement à un avortement ; alors que B. suis est responsable de la maladie chez le porc, entraînant des problèmes de reproduction. Les moutons sont des hôtes de B. melitensis ; l'infection cause une altération de la fertilité. B. ovis est un facteur étiologique de stérilité des béliers [344].

Tableau 1 : Impact sanitaire des principales espèces chez des hôtes spécifiques

ESPECES	HOTES SPECIFIQUES	PROBLEME DE SANTE CHEZ L'HOTE
B. abortus	Bovins	Avortement
B. suis	Porc	Problèmes de reproduction
B. melitensis	Moutons	Altération de la fertilité
B. ovis	Béliers	Stérilité

Dans le grand Maghreb, Brucella melitensis biovar 3 est principalement impliquée dans les infections humaines et en particulier les petits ruminants.

En Algérie : Quatre espèces de brucella sont incriminées en pathologie humaine, la plus fréquente et virulente étant Brucella melitensis suivie par Brucella abortus. Cette dernière est un coccobacille intracellulaire facultatif qui cause la brucellose tant chez l'homme que chez le bétail et qui pèse lourdement sur l'économie et la santé publique dans les zones

d'endémie [284]. La virulence de *Brucella* dépend essentiellement de son cycle de vie intracellulaire.

À son entrée dans les cellules hôtes, *Brucella* réside dans un compartiment lié à la membrane, la vésicule contenant *Brucella* (BCV), dont le trafic vésiculaire est contrôlé par la bactérie [345, 349, 350, 351,352]. *B. melitensis*, *B. suis* et *B. abortus*, *B. canis* sont particulièrement dangereux pour l'homme.

2.3.2. Réservoirs bactériens :

Les *Brucellas* se retrouvent chez la plupart des espèces de mammifères, notamment les ruminants, domestiques et sauvages, ainsi que les suidés (porcs et sangliers) et les lagomorphes (lièvres). Celles qui infectent l'Homme sont principalement issues des bovins, ovins, caprins et porcins domestiques. Le fait que les animaux sauvages jouent le rôle de réservoir infectieux complique les efforts d'éradication.

Tableau 2 : Réservoirs des espèces de *Brucella* et pathogénicité pour l'homme

Espèce	Biovars	Réservoir	Pathogénicité pour l'Homme
<i>B. melitensis</i>	1-3	Caprins, ovins, camélidés	Très forte
<i>B. abortus</i>	1-6 ; 9	Bovins, camélidés, yacks, buffles	Forte à très forte
<i>B. suis</i>	1-5	Suidés (1-3), lièvres (2), caribous et rennes (4), rongeurs sauvages (5)	Forte pour les biovars 1 et 3, modérée pour le biovar 4, faible pour le biovar 2 et inconnue pour le biovar 5
<i>B. canis</i>	-	Canidés	Faible
<i>B. ovis</i>	-	Ovins	Non pathogène
<i>B. neotomae</i>	-	Rongeurs	Inconnue
<i>B. pinnipediae</i> et <i>B. cetaceae</i>	-	Baleine, dauphins, phoques, morses	Forte pour certaines espèces, inconnue pour les autres

Source : Etude sur les brucelloses humaines en France métropolitaine, 2002 -2004, INVS 2007

Disponible sur : http://opac.invs.sante.fr/doc_num.php?explnum_id=4036

De nombreuses espèces animales constituent des réservoirs de *Brucella*, avec une pathogénicité variable pour l'animal lui-même et surtout pour l'homme selon l'espèce de *Brucella* considérée [299]. La brucellose est avant tout une maladie animale et les animaux domestiques d'élevage (bovins, ovins, caprins) constituent le réservoir de l'infection pour l'homme. La transmission par d'autres espèces (chiens, chats, rongeurs, oiseaux, équidés, camellidés) est possible. Les Caprins et les ovins sont responsables de 80% des cas de brucellose, essentiellement à *B. melitensis*. Qui est l'espèce de *brucella* la plus courante, la plus pathogène et la plus invasive pour l'homme. *B. melitensis* est rarement rencontré chez les animaux sauvages. Néanmoins, des cas isolés ont été rapportés chez des bouquetins et

des chamois dans les Alpes. *B. ovis* et *B. canis* n'ont pas encore été détectés chez des animaux sauvages en Europe. *B. pinnipedialis* et *B. ceti* sont les principales infections chez les mammifères marins. Les oiseaux sont résistants à l'infection à *Brucella*, alors que les poissons semblent être sensibles aux infections à *B. pinnipedialis* et à *B. ceti* [358].

Des animaux sauvages tels que le renne, le caribou, le bison, le yack jouent un rôle de réservoir dans certaines parties du monde.

Enfin, des souches de *Brucella* peuvent infecter des mammifères marins. La spécificité d'hôte à chaque espèce est relative : *B. melitensis* infecte les ovins et les caprins, *B. abortus* domine largement chez les bovins, *B. suis* est spécifique des porcs. Ces animaux sont souvent infectés de façon chronique et rejettent les bactéries dans l'environnement par les produits d'avortement et le lait chez les femelles, leurs urines ou leurs fèces. La bactérie responsable de la maladie chez les bovins est *brucella abortus*, *brucella canis* chez les canidés. *Brucella abortus* et *B. suis* sont isolés non seulement du bétail, mais également de différentes espèces fauniques (ours, buffles, bisons, caribous, camélidés, wapitis, furets, cerfs, renards, rongeurs, lapins, loups) et de mammifères marins (dauphins, dugongs, lamantins, loutres, marsouins) [357].

2.3.3. Mode de transmission :

La brucellose est transmise entre animaux par contact étroit et au cours d'un pâturage commun, puis, elle est transmise des animaux infectés aux humains, souvent par transmission indirecte ou directe [359]. Les cas humains sont principalement liés au risque professionnel ou à la consommation de produits laitiers non transformés [346, 360].

- **Transmission directe** : La transmission se fait le plus souvent par voie directe, elle peut s'effectuer par voie cutanée ou muqueuse (favorisée par des blessures ou des excoriations) lors de contacts directs avec des ruminants (bovins, caprins et ovins, souffrant d'avortements ou porteurs chroniques), avec des produits d'avortement ou par contact accidentel avec des prélèvements dans un laboratoire.
- **Transmission indirecte** : Elle peut s'effectuer par ingestion de produits laitiers non pasteurisés, consommation de produits laitiers non transformés, par du lait contaminé ou de la viande mal cuite, réalisée aussi par l'ingestion de crudités souillées.

La transmission est essentiellement animale, rarement interhumaine. Le germe reste le plus souvent latent et hébergé par des porteurs asymptomatiques. L'homme est un hôte accidentel.

2.3.4. Facteurs de risque :

- Exposition professionnelle : 75% des Bergers, vétérinaires, agriculteurs, employés d'abattoirs, bouchers, personnel de laboratoires de bactériologie...) exposés aux ruminants infectés (par l'intermédiaire des produits d'avortement, des placentas, des sécrétions vaginales).
- Les habitudes alimentaires : Consommation de lait non pasteurisé, de fromages artisanaux, crudités contaminées par du fumier, exceptionnellement viande insuffisamment cuite.
- Les conditions de travail : mauvaise hygiène, non-respect des mesures de précautions (port gants, tenues et lunettes de travail)
- L'absence du dépistage systématique des animaux
- La non généralisation et l'irrégularité de la vaccination des petits ruminants

Autres facteurs :

Les facteurs environnementaux, y compris la température, les précipitations, l'ensoleillement, l'humidité relative et la vitesse moyenne du vent.

Voyages en zone d'endémie : pourtour méditerranéen, Afrique du nord et de l'Est, Asie centrale, Inde, Mexique, Amérique du sud et du centre,

Le déficit en fer, immunodéficient préexistant est un facteur de risque de brucellose grave.

2.3.5. Pathogénie :

Le mécanisme du pouvoir pathogène de *Brucella* reste encore mal connu. On sait que la bactérie est phagocytée par les macrophages et se développe dans le phagosome en inhibant la fusion lysosome/phagosome. La bactérie, devenue intra-cellulaire, peut ainsi échapper au système immunitaire et entretenir la chronicité de la maladie. De plus, la bactérie synthétise des protéines dites « de choc septique » responsables de la phase aigüe de la maladie. La brucellose réalise une bactériémie à point de départ lymphatique qui évolue : Dans un premier temps, les bâtonnets de brucella peuvent pénétrer dans les cellules hôtes par inhalation, ingestion, abrasion cutanée ou membranes muqueuses [361]. Après pénétration dans l'hôte, les bâtonnets se multiplient dans les ganglions lymphatiques régionaux des vaches. Puis pénètrent d'autres organes [340]. L'infection de l'utérus des vaches se produit au cours du deuxième trimestre et est suivie par une inflammation du placenta qui se développe en rupture placentaire et endométrite conduisant finalement à la

mort du fœtus, après quoi le fœtus est normalement conservé 1 à 3 jours in utero et livré avec de nombreuses bactéries expulsées de l'appareil génital et répartis par diverses voies. *Brucella*, peut modifier la réponse immunitaire dans les cellules hôtes ; il a une affinité pour les cellules de tissus spécifiques, par ex. trophoblaste placentaire dans les poumons du fœtus, les femmes enceintes ou le système reproducteur [360]. La brucellose provoque une hypertrophie des ganglions lymphatiques, du foie et de la rate [362]. La pathogénicité de *Brucella* dépend de leur capacité à se multiplier et à survivre au sein des macrophages [363,364]. La brucellose se manifeste cliniquement chez l'homme par des symptômes semblables à ceux de la grippe mais aussi fièvre ondulante, dépression, perte de poids, hépatomégalie et splénomégalie [365].

2.3.6. Réponse immunitaire :

La réponse immunitaire varie selon l'hôte et l'espèce de *Brucella* impliqués. On distingue la réponse immunitaire innée et la réponse immunitaire spécifique qui peut être humorale (peu protectrice) et cellulaire. Les femelles infectées dès la naissance présenteraient une séroconversion seulement au moment de la première mise basse [288]. Chez des bovins infectés par *B. abortus*, la production d'IgM est détectable 1 à 3 semaines post-infection, suivie de la production d'IgG. Dans d'autres études, les anticorps sont détectables seulement plusieurs mois après l'infection [287, 288]. Chez les petits ruminants, un délai de 3 à 5 semaines entre l'infection et l'apparition des anticorps dans le sang est décrit [289]. Les anticorps peuvent persister tout au long de la vie de l'animal. Néanmoins, quelques études rapportent des cas d'animaux séronégatifs qui excrétaient des *Brucella* dans le lait [290, 291]. Les études sérologiques dépendent beaucoup de la sensibilité et de la spécificité des tests utilisés. La réponse immunitaire cellulaire est la plus protectrice lors de brucellose. Elle est médiée par une réponse T helper 1 (Th1), basée principalement sur l'activation des lymphocytes T CD4+. Cette réponse est induite par l'IL-12, cytokine produite par les macrophages, et entraîne la production d'interféron-gamma IFN γ [287].

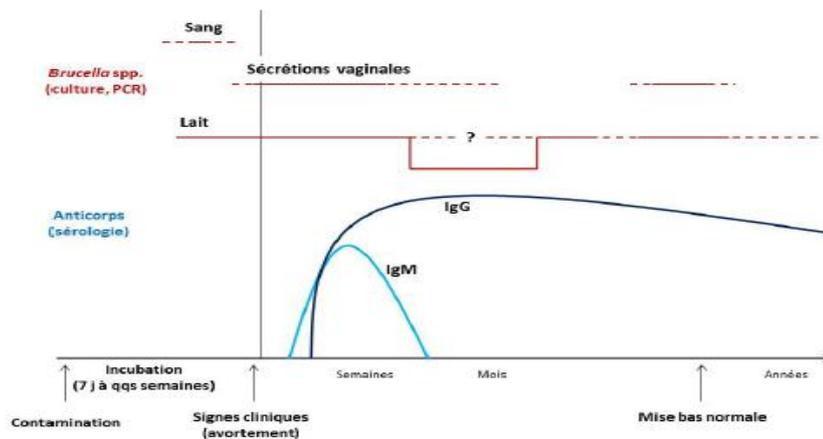


Figure 18 : Chronologie d'une infection par *Brucella* spp. Exemple chez une femelle ruminant en cours de gestation (d'après (Philippon *et al.* 1970, Alton 1985, Godfroid *et al.* 2010))

2.3.7. Diagnostic :

2.3.7.1 Diagnostic clinique :

Comment se manifeste-t-il la Brucellose chez l'Homme ?

Près de 90% des contaminations brucelliennes sont asymptomatiques, brucella est une bactérie endocellulaire qui détermine une infection très proche de celle due à la tuberculose. La maladie humaine, généralement due à *B.Abortus* et *B.Suis* (rarement *B.Canis*) débute sur un mode très insidieux. Dans son **évolution naturelle**, la brucellose évolue selon un schéma constitué de trois périodes :

- Inaugurée par une phase septicémique,
- La maladie se poursuit par une période secondaire d'adaptation au parasitisme bactérien caractérisée par l'éventualité de foyers d'évolution subaiguë.
- Une longue période de chronicité faite de manifestations générales mais parfois focales vient parachever l'ensemble.

Il faut toujours garder à l'esprit que les deux phases initiales de cette évolution peuvent être pauci- ou asymptomatiques. Les personnes infectées présentent une variété de symptômes tels que des sueurs nocturnes, des arthralgies, une fièvre ondulante, une hépatomégalie, des maux de tête, des myalgies et des changements de personnalité [366, 367, 368]. Étant donné que la plupart des personnes infectées ne se présentent aux structures de santé pour un traitement que lorsqu'elles présentent des symptômes cliniques tels qu'une fièvre ondulante, les infections asymptomatiques sont souvent manquées et/ou mal diagnostiquées [369].

Période d'incubation :

Elle dure deux semaines environ (8 à 21 jours) mais peut être plus longue. Après pénétration par voie cutané - muqueuse ou digestive les germes gagnent par voie lymphatique les ganglions axillaires médiastinaux et mésentériques, s'y multiplient et passent dans la circulation générale avec apparition des premiers signes cliniques. De là ils pénètrent dans les cellules du système réticulo-endothélial (la rate, le foie, les reins, la moelle osseuse et les ganglions lymphatiques éloignés). A ce stade sont notés des signes banaux tels que l'hépatosplénomégalie, polyadénopathies.

Brucellose Aiguë Septicémique :

Brucellose aiguë de primo-invasion : Les symptômes de la brucellose humaine sont une fièvre ondulée bien tolérée, une perte de poids, une asthénie et l'amaigrissement étant modérées, des sueurs profuses, surtout nocturnes, obligeant le malade à changer de linge plusieurs fois dans la nuit, des douleurs articulaires mobiles, fugaces, de siège imprécis : musculaires, osseuses, articulaires, une hypertrophie des ganglions lymphatiques superficielles fermes, sensibles et une hépatosplénomégalie [370]. Plus rarement, il peut y avoir des signes très évocateurs de la brucellose à savoir : Sacroileite révélée par une sciatgie ou Orchite unilatérale. Après une incubation silencieuse de quelques jours à 2 semaines, où seule pourrait être observée une adénopathie isolée satellite d'une inoculation cutanée, le début est en règle insidieux.

La forme sudoro-algique est la plus habituelle des formes cliniquement expressives.

Sans symptomatologie caractéristique le tableau se résume à un état fébrile discret surtout nocturne, une sensation de malaise, une fatigue inhabituelle, une asthénie tenace, des maux de tête, le tout évoquant parfois d'un syndrome grippal. Après plusieurs semaines d'évolution la fièvre persiste et domine le tableau clinique avec un aspect ondulant évocateur : une température de 38,5-39,2 °C, excédant rarement 39,5 °C, avec des variations nyctémérales ne dépassant pas 5/10e de degré. Au fil des jours, la fièvre apparaît irrégulière, rémittente. La courbe thermique décrit une série d'ondes fébriles d'une durée de 10 à 20 jours séparées par des phases d'apyrexie de 5- 10 j (d'où l'appellation de fièvre ondulante). Chaque onde fébrile est faite d'oscillations ascendantes puis descendantes de faible amplitude. Cependant cet aspect de la courbe n'est pas constant et c'est plutôt la persistance de la fièvre qui est plus significative. A cette fièvre, souvent modérée s'ajoute une asthénie parfois intense (lassitude extrême) et des sueurs profuses,

des douleurs musculaires, articulaires, osseuses d'intensité et de siège variable le plus souvent dans le dos et les membres.

Examen clinique :

L'examen clinique retrouve des signes peu évocateurs :

Une splénomégalie franchement perceptible, accessible à la palpation lors de l'inspiration profonde, exceptionnellement sensible, est un élément noté dans un tiers des cas.

Une Hépatomégalie : le foie peut être modérément hypertrophié, indolore et de consistance molle.

Discrètes adénopathies fermes, indolores et peuvent être palpées de siège variable mais souvent cervical et axillaire. Même après une évolution de plusieurs semaines, le retentissement général est modeste : une discrète asthénie, l'absence de troubles digestifs et de perte pondérale importante ne manquent pas de surprendre dans le cours d'une fièvre prolongée.

Autres expressions cliniques :

Formes à minima » ou silencieuses :

Beaucoup de primo-invasions brucelliennes n'ont qu'une expression fruste et le diagnostic n'en est envisagé que si des conditions épidémiologiques attirent l'attention. De fait, les formes totalement inapparentes sont largement majoritaires, et l'on estime à près de 90 % les contaminations asymptomatiques. En témoignent les enquêtes conduites en milieu rural et qui révèlent qu'un grand nombre de sujets possèdent des anticorps sériques ou présentent des réactions d'hypersensibilité retardée aux antigènes brucelliens. Ces primo-invasions cliniquement muettes sont plus volontiers le fait de *B. abortus*, *B. melitensis* ou *B. suis*, faisant preuve d'une expressivité clinique plus grande.

Formes typhoïdiques :

Elles seraient dues à un phénomène d'intoxication sympathique comparable aux phénomènes décrits par Reilly au cours de la fièvre typhoïde. Une contamination digestive en serait plus volontiers responsable. Elle réalise une hyperthermie en plateau avec ballonnement abdominal et pouls dissocié. Cette expression clinique est souvent observée à l'occasion de la deuxième onde fébrile.

Formes de l'enfant : Chez l'enfant, la brucellose est rarement évoquée, lorsqu'elle est fréquente dans d'autres pays où elle résulte de contamination lactée. Elle serait plus riche en manifestations articulaires évoluant favorablement sous traitement.

Co- infection Brucella-virus de l'immunodéficience humaine :

La survenue d'une brucellose ne semble pas plus fréquente et son aspect clinique ne diffère pas des formes observées chez les sujets non Co-infectés par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH).

Brucellose Subaiguë focale :

C'est une forme de plus en plus rare depuis l'apparition des antibiotiques. Après la phase septicémique, des atteintes localisées peuvent se manifester par des orchites, des arthrites, synovites, ostéopériostites, ostéoarthrites particulièrement au niveau de l'articulation sacro-iliaque et du rachis. Les formes neurologiques s'expriment par un tableau de méningite subaiguë ou de méningo-encéphalite. Les localisations hépatospléniques, génitales ou bronchiques sont rarissimes.

Formes focalisées précoces : Bien que l'antibiothérapie en ait réduit la fréquence, des localisations peuvent se révéler au cours de la brucellose de primo-invasion, en particulier en cas de diagnostic retardé. Le pourcentage de ces incidents est faible (2 à 3 %). Il s'agit alors de sacro-iliites, d'orchépididymites aiguës, d'arthrites du genou chez l'enfant. Exceptionnellement, des localisations nerveuses ou méningées pures peuvent être observées. De rares ostéomyélites ou des abcès sous-cutanés ont pu être notés à cette période.

Endocardite brucellienne : Précoce ou parfois décalée et se présentant alors comme une rechute septicémique, l'endocardite est la forme la plus grave de l'infection brucellienne. Si durant longtemps l'endocardite isolée a été considérée comme rare, cette localisation était en fait connue comme faisant partie d'une forme gravissime de brucellose subaiguë, la brucellose poly viscérale maligne. Celle-ci, après un début en apparence banal mais sur un terrain débilité (alcoolisme, diabète, cardiopathie...), réalisait un état particulièrement inquiétant où l'insuffisance rénale le disputait en gravité à l'altération hépatique (hépatite nécrotique) et à la défaillance cardiaque du fait des mutilations valvulaires. Les Anglo-Saxons considèrent *B. abortus* et *B. suis* comme le plus souvent responsables de cette détermination. La greffe survient plus volontiers sur un appareil valvulaire préalablement lésé, mais peut survenir aussi sur une valve apparemment saine et depuis quelques années, la greffe sur une prothèse n'est pas exceptionnelle. La traduction de cette endocardite ne diffère pas de celle due à d'autres espèces bactériennes. Les accidents vasculaires y sont aussi souvent rencontrés (purpura, faux panaris, embolie artérielle, anévrisme mycotique). Une néphrite hématurique est possible. L'endocardite est souvent délabrante et ceci

explique le pronostic très péjoratif qui lui fut longtemps attribué, amélioré par un traitement mixte médico - chirurgical. L'endocardite pourrait être responsable de 80 % des décès observés au cours de la brucellose.

Brucelloses focalisées secondaires et tardives : D'une fréquence élevée mais variable (20 à 40 % des cas), ces localisations sont possibles dès les premières semaines de la primo invasion symptomatique ou surviennent plusieurs mois, voire plusieurs années, après une brucellose aiguë ignorée, négligée ou mal traitée. Les foyers brucelliens sont l'apanage de la phase dite « secondaire » ou « post septicémique ». Près des trois quarts (3/4) des brucelloses focalisées sont en effet observés au cours des 6 mois qui suivent la contamination. Le diagnostic étiologique est difficile lorsqu'elles sont inaugurales, leur reconnaissance est aisée quand elles succèdent à une forme aiguë commune. Toutes les localisations sont possibles, mais les atteintes ostéo articulaires, neurologiques, hépatospléniques et génitales sont les plus habituelles. Celles concernant d'autres organes ou appareils ne sont que des curiosités dont la connaissance est une incitation à la culture systématique de toute pièce anatomique prélevée chirurgicalement chez un sujet ayant des antécédents brucelliens.

Brucelloses ostéo - articulaires : représentant 75 % des brucelloses focalisées, les atteintes ostéoarticulaires sont les plus fréquentes et les plus évocatrices. Dans certains pays, elles touchent près du quart des patients. L'impact initial est habituellement osseux, l'extension articulaire survenant par contiguïté hormis les atteintes synoviales pures et inaugurales.

Spondylodiscites : Ce sont les plus nombreuses. Elles atteignent l'étage lombaire dans 60 à 70 % des cas, la région dorsale dans 20 % des cas et le rachis cervical dans 10 % des cas. Habituellement peu ou pas fébriles, ces localisations réalisent le tableau d'une infection vertébrale subaiguë ou chronique semblable à celui d'une spondylodiscite tuberculeuse (d'où le nom de « Pott mélitococcique ») : douleur spontanée, aggravée par la station debout ou l'effort ; fréquentes irradiations radiculaires ; données cliniques banales : raideur, contracture, douleur lors de la percussion des épineuses des vertèbres intéressées. Le retard radiologique est habituel et, au début, la radiologie standard ne met en évidence que la rigidité d'un couple vertébral, avec parfois diminution de hauteur du disque. L'examen tomodensitométrique et la résonance magnétique nucléaire [], révèlent plus tôt la lésion osseuse mais aussi l'ébauche précoce d'une reconstruction. La résonance magnétique a de surcroît l'avantage de démontrer plus précocement l'extension épidurale du processus. Il

convient de rechercher aussi un possible abcès para vertébral en « fuseau » dont l'extériorisation est tout à fait exceptionnelle. Les procédés de scintigraphie n'ont guère d'utilité, hormis lors d'un contrôle après traitement où ils permettent d'affirmer la guérison. Le devenir de ces localisations semble de plus en plus souvent favorable mais reste dépendant, sinon de la précocité du diagnostic, du moins de l'absence d'un retard excessif.

Atteintes sacro-iliaques : Elles viennent généralement en deuxième place, mais peuvent représenter la localisation la plus fréquemment observée comme au Koweït []. L'atteinte sacro-iliaque est très évocatrice de la mélitococcie et peut survenir à tout moment de la maladie. Son expression clinique n'a pas de caractère propre. Elle peut être unilatérale mais parfois bilatérale d'emblée. La traduction radiologique standard est longtemps discrète, voire absente, mais les techniques d'imagerie modernes plus performantes révèlent la carie de la berge iliaque. Les procédés de scintigraphie pourraient être une aide possible si la tomodensitométrie ou la résonance magnétique étaient prises en défaut.

Autres localisations ostéo articulaires : Elles sont rares. L'arthrite coxofémorale, classiquement décrite sous le nom de « pseudo coxalgie méditerranéenne », est la moins exceptionnelle de toutes. L'atteinte du coude ou du pied est possible, de même que celle de l'articulation acromio claviculaire, considérée, bien que rare, comme très évocatrice de brucellose. Les infections de la synoviale et de ses annexes (bourses séreuses par-articulaires). C'est un phénomène classique mais peu fréquent pouvant être observé à tout moment de l'évolution. Ainsi, dans certaines poussées d'hygroma du genou il n'est pas exclu que *Brucella* se comporte comme un véritable opportuniste. L'isolement du germe y est aisé et le liquide obtenu par ponction peut révéler une charge en anticorps supérieure à celle du sang.

Ostéites pures : Elles ont ce même caractère exceptionnel. Possiblement précoces, elles sont plus habituellement tardives. Parmi les localisations les plus fréquentes, celles du plastron sterno costal, du tibia ou du fémur sont les plus connues. Après une période de douleur, une inflammation cutanée en regard de la zone algique attire l'attention : ce tableau est en fait celui d'une ostéite chronique à germe banal ou encore d'une tuberculose. Leur évolution est apyrétique, souvent prolongée en l'absence de curetage chirurgical. Le diagnostic ne peut être envisagé que sur la culture car l'expression sérologique est nulle ou peu significative.

Brucelloses neurologiques : Leur fréquence est très diversement appréciée. En 1956, Spink estimait à 10 % le nombre de brucelliens atteints par une telle localisation. Plus

récemment, on estime cette fréquence aux alentours de 4 %, mais en Arabie Saoudite la brucellose serait responsable de 11 % des infections du système nerveux et la fréquence des neuro brucelloses se situe aux alentours de 3 % des sujets brucelliens []. Ces formes seraient moins fréquentes chez l'enfant. Les neuro brucelloses sont avant tout le résultat d'une infestation méningée première dont l'expression peut être précoce [] ou rester longtemps latente, jusqu'à révélation par une arachnoïdite chronique. La méningite pure est un fait rare, au demeurant peu caractéristique sur le plan symptomatique. En revanche, les méningoencéphalites tardives ont une expression plus protéiforme, associant à un état de fond fait de troubles de l'humeur et de la mémoire des phénomènes plus ou moins psychiatriques, une hypoacousie par arachnoïdite de la région de l'angle ponto cérébelleux, et surtout des manifestations paroxystiques de durée brève prenant les aspects les plus divers :

- Épisodes de paresthésies cheiro-orales ou d'un membre, troubles phasiques, amaurose transitoire, ou plus exceptionnellement
- Convulsions ou absences. Ces phénomènes sont rapportés à des atteintes vasculaires, les artères étant englobées dans l'arachnoïdite.
- Les signes méningés cliniques sont habituellement absents ou discrets, et seul l'examen du liquide céphalorachidien démontre la participation thécale : hyperalbuminorachie, hypercytose (100 à 200 éléments lymphocytaires), hypoglycorachie et baisse des chlorures sont possibles.
- L'isolement du germe in situ et une charge en anticorps éventuellement plus forte dans le liquide céphalorachidien que dans le sérum affirment l'étiologie [325].
- Quelques rares abcès parenchymateux ont pu être rapportés.

➤ **Autres localisations viscérales :**

Atteinte hépatique : Elle est quasi constante à la période aiguë de la maladie et son expression est modeste. Rares ont été, à cette période initiale, les splénohépatites œdémateuses ou hémorragiques favorisées par une atteinte préalable, éthylique le plus souvent. Elle est peut-être possible sous d'autres climats, quand un retard diagnostique important permet un ensemencement massif du foie.

Déterminations génitales et urinaires : *Brucella* exprime, dans l'espèce humaine, un tropisme génital moins fréquent que chez les animaux. L'orchite épидидymite de la période inaugurale est une donnée classique mais dont la fréquence est bien inférieure à 20 % autrefois rapportés unilatérale, d'une durée limitée de quelques jours à 3 semaines, elle

entraîne parfois des conséquences dommageables par des phénomènes de nécrose aiguë. Parfois chronique, elle peut réaliser un granulome nécrotique dont l'aspect peut être pseudo néoplasique [298,325] et dont la cure antibiotique ne peut venir à bout, rendant la chirurgie radicale nécessaire [325].

Chez la femme, *Brucella* peut être isolé de lésions divers (kyste ovarien, salpingite...) dont la bactérie n'est pas responsable mais qu'elle colonise, et où elle suscite des réactions granulomateuses chroniques ou subaiguës. De même, *Brucella* a pu être reconnue dans les lésions dystrophiques du sein [298]. L'avortement est signalé de manière tout à fait exceptionnelle, mais dans certains pays (Pérou) ce phénomène semble plus fréquent. La contamination de nouveau née par une mère en primo-invasion reste du domaine de la curiosité. Quant à l'appareil urinaire [298], seul sont connus quelques cas de foyers rénaux chroniques et nécrotiques, semblables à ceux observés dans le foie ou la rate. Enfin, quelques atteintes diffuses du parenchyme rénal, véritables glomérulopathies, sont possibles chez des patients atteints d'endocardite (pathologie par complexes immuns).

Localisations respiratoires : Une toux discrète est fréquente en cours de la primo-invasion et ne semble pas spécifique, mais *Brucella* peut être isolé de l'appareil respiratoire lorsque ce germe vient coloniser une lésion préexistante (séquestre pulmonaire). Exceptionnelles sont les atteintes pleurales.

Atteintes péritonéales : Cette localisation a pu être observée en cas de surinfection d'une ascite cirrhotique, et même en dehors de toute hépatopathie préalable [298].

Brucellose chronique afocale :

Si Evans en a nettement défini les contours, le concept de brucellose chronique est en fait bien antérieur aux travaux de cet auteur nord-américain puisque, à la fin du XIXe siècle, la brucellose était accusée d'être responsable d'un état désespérant par sa durée, mal individualisé, et dont la symptomatologie, essentiellement subjective, se prêtait mal à une description. Par la suite, de très nombreux travaux nord-américains, latino-américains et européens vont confirmer les affirmations d'Evans et en préciser les limites.

Cette phase tardive de la brucellose peut succéder à une phase aiguë symptomatique datant parfois de plusieurs années, ou être révélatrice d'une contamination ancienne passée inaperçue. Sa traduction est double avec une symptomatologie générale dite « brucellose chronique afocale », associée éventuellement à une des focalisations énoncées ci-dessus. La maladie est dite chronique lorsqu'elle persiste ou rechute pendant au moins un an. Comme dans la brucellose aiguë les symptômes les plus fréquents sont d'ordre

fonctionnel : fièvre mais surtout asthénie physique, psychique (dépression, anxiété, tristesse) et même sexuelle (« patraquerie »). Il y a aussi des céphalées, des douleurs ostéo-articulaires, une transpiration et des troubles neurovégétatifs variés (« Syndrome subjectif commun de la brucellose chronique »). La brucellose chronique afocale recouvre un état prolongé s'étendant sur plusieurs années, remarquable par sa stabilité et dont la majorité des symptômes sont d'ordre fonctionnel. L'asthénie sous toutes ses formes est l'élément dominant : le sujet se plaint de ne pouvoir mener la moindre activité sans être rapidement épuisé. À cette fatigue physique s'ajoutent une asthénie psychique et une asthénie sexuelle (en fait désintérêt plus que véritable impuissance). Cet état va rapidement s'accompagner d'éléments psychiatriques avec une sensation d'inutilité et une véritable note **dépressive et anxieuse**. Des plaintes particulières viennent surcharger cet état : le malade accuse des douleurs diverses, multiples, erratiques ou fixes, dont de multiples examens radiologiques ont démontré qu'ils n'ont pas de substrat organique.

À cela s'ajoutent, peut-être plus objectives, des sudations abondantes et faciles déclenchées par l'effort et une instabilité thermique plus qu'une véritable fièvre, dont l'apparition est toujours subordonnée à l'activité physique et qui rétrocede après quelques instants de repos. À cette exubérante symptomatologie fonctionnelle s'oppose l'aspect physique habituellement florissant, sans amaigrissement, ce que ne manque pas de souligner l'entourage. Ce syndrome subjectif est précédé d'une authentique brucellose aiguë dans 80 % des cas, à laquelle il fait immédiatement suite dans plus de la moitié des éventualités. Il peut aussi s'instaurer plusieurs années ou dizaines d'années après, sans motif déclenchant. Dans près d'un cas sur cinq, l'épisode aigu a été inapparent et seuls sont retrouvés des antécédents de brucellose humaine et/ou animale dans l'entourage. Dans le cadre de la brucellose chronique afocale, pouvant s'intégrer des phénomènes d'allure immuno-allergique très divers : uvéite, iridocyclite, rhinite obstructive, infiltrat pulmonaire avec dyspnée **asthmatiforme, atteintes** rhumatismales ou rhizoméliques.

Il semble que ces manifestations ne soient que des rencontres fortuites chez un sujet brucellisé. En revanche, plus indiscutables sont les accidents aigus survenant chez des sujets brucellisés de longue date et exposés à de nouveaux contacts brucelliens (techniciens de laboratoire, Vétérinaires, éleveurs). Il peut s'agir d'eczéma aigu après délivrance à mains nues de bêtes brucellisées, ou de crises de migraines.

La brucellose a une proportion assez élevée de rechutes ou d'échecs thérapeutiques initiaux, principalement attribués à la prescription inappropriée des médecins et à la non-observance des patients plutôt qu'à la résistance aux médicaments.

Les formes les plus fréquentes (surtout avec *B. abortus*) sont des formes mineures ressemblant à une grippe.

Trois formes possibles :

- **Forme aiguë septicémique** (fièvre de Malte) : après une incubation de 8-21 jours, fièvre ondulante surtout nocturne, avec sueurs et douleurs, pendant environ 15 jours.
- **Forme subaiguë ou localisée** : affectant n'importe quel organe (testicules, cœur, poumons, articulations...)
- **Forme chronique** : sans fièvre, caractérisée par une grande fatigue, avec douleurs ostéo-articulaires.
- **Chez la femme enceinte**, la brucellose aiguë peut provoquer un avortement ou un accouchement prématuré.

2.3.7.1. Diagnostic de la brucellose chez l'homme :

Aux phases aiguë et subaiguë le diagnostic, souvent suspecté dès l'interrogatoire (profession exposée), ne peut être affirmé que par les examens complémentaires qui mettent en évidence :

A- Diagnostic non spécifique :

- FNS : Il existe pendant la phase de primo-invasion une baisse du nombre de polynucléaires neutrophiles (une leucopénie avec neutropénie et lymphocytose).
- Plaquettes et globules rouges ont des valeurs normales.
- Syndrome inflammatoire franc avec élévation de la CRP
- Une VS légèrement élevée.
- Elévation inconstante des transaminases,
- Un virage de l'IDR à la mélitine vers le 15ème jour.
- Liquide synovial (en cas d'arthrite),
- LCR (en cas de méningite) : présence de leucocytes (prédominance de lymphocytes) et une protéinorachie élevée.

B- Diagnostic spécifique :

➤ **Diagnostic indirect :** Il repose sur la **Sérologie** : Plusieurs techniques existent :

- **Techniques de sérodiagnostic :**

1. **Séro- agglutination en tube** (sérodiagnostic de Wright) cf. WIDAL-FELIX, deux suspensions de germes avec A ou M prédominant sont utilisées.

Dès le 10^e jour, les agglutinines apparaissent puis suivent une cinétique jusqu'au 5-6^e mois. Le sérodiagnostic de Wright trouve son intérêt dans la brucellose aiguë et sub-aiguë, agglutination complète au 1/80^e, autre examen : 1 - 2 semaines plus tard. Mauvaise spécificité : *V. cholerae*, *Y. enterocolitica* 09, tularémie

2. **Epreuve à l'antigène tamponné** = test au rose Bengale ou l'épreuve à l'antigène tamponné (EAT, variante d'agglutination). Interprétation similaire mais cinétique des anticorps plus longs que celle du sérodiagnostic de Wright.

3. **Autres épreuves sérologiques si brucellose subaiguë et chronique :** Immunofluorescence, test de Coombs, déviation ou fixation du complément

4. **Intradermo-réaction à la mélitine (Burnet)** : Cette épreuve d'hypersensibilité retardée est **peu utilisée** en l'absence actuelle d'allergène facilement disponible dans le commerce. La réaction est précoce (lecture après 24 h d'une réaction locale et quelquefois générale). Rechercher œdème, érythème, longue persistance de la positivité. L'intérêt des tests diagnostiques varie en fonction de la forme de la maladie.

5. **Amplification génique : PCR** (sang, sérum, pus, tissus), sensible, spécifique, permettant l'identification du genre. Le diagnostic sérologique de la Brucellose (dosage des anticorps spécifiques) est le plus fréquemment réalisé mais seul le diagnostic bactériologique par culture et isolement du germe apporte une certitude.

➤ **Diagnostic direct :**

C'est un diagnostic bactériologique par hémoculture ou par prélèvement au niveau des foyers infectieux.

1.L'hémoculture : L'isolement du germe à l'hémoculture doit être tenté avant tout traitement antibiotique. L'isolement des brucelles par cultures (technique de référence) : Les hémocultures peuvent se faire en phase aiguë et subaiguë, culture d'un foyer infectieux, culture d'une biopsie tissulaire, permettant de faire l'antibiogramme,

Par ailleurs les résultats bactériologiques ne s'observant qu'après deux semaines environ dans la brucellose aiguë, il n'est pas nécessaire d'attendre la réponse du laboratoire pour traiter le malade. De nombreux diagnostics différentiels sont à discuter en phase aiguë : yersiniose, fièvre Q, tuberculose, tularémie.

2.Culture :

L'isolement des *Brucella* en culture est la technique de référence pour établir un diagnostic certain de brucellose. Toute suspicion doit être signalée au laboratoire réalisant la mise en culture des prélèvements, en raison du risque élevé de contamination du personnel technique. Les cultures doivent être réalisées en laboratoire de sécurité biologique de niveau 3 (P3).

La bactérie est le plus souvent isolée à partir du sang par hémoculture. Il est indispensable que le clinicien précise l'orientation clinique, afin que les flacons insérés dans des systèmes automatisés puissent être incubés plus longtemps. L'hémoculture est à peu près constamment positive dans la phase aiguë, et encore fréquemment dans la phase subaiguë focalisée. La recherche des germes n'est que très exceptionnellement positive dans les brucelloses chroniques. La recherche des brucelles peut se pratiquer à partir d'autres prélèvements (ganglion, moelle osseuse, liquide céphalo-rachidien, pus de foyer...). Ces prélèvements serontensemencés sur gélose au sang et gélose chocolat et incubés à 37 °C sous 5 à 10 % de CO₂. La culture est lente (> 48 heures). Les colonies lisses, translucides, non hémolytiques, à bords réguliers, de coccobacilles à Gram négatif sont aérobies strictes, catalase +, oxydase + et possèdent une uréase et une nitrate-réductase. Le prélèvement de sang pour hémoculture (méthode la plus sûre) doit se faire sur anticoagulant au moment de l'élévation de la température (invasion du sang par les brucelles). L'ensemencement se fait sur milieu de Castaneda comportant deux phases, l'une liquide, l'autre solide ou sur milieux Albimi *Brucella*-Agar, Trypticase-soy.

Les résultats peuvent être améliorés par l'adjonction de moelle osseuse, de ponction hépatique ou ganglionnaire. Les cultures d'urine, de liquide synovial, de bile ou de liquide céphalorachidien sont rarement positives. Si *B.Abortus* est suspectée, il est recommandé d'enrichir le milieu de culture en CO₂ (10 à 20% du flacon d'hémoculture). Les premières colonies habituellement lisses (colonies S) sont visibles à partir du 4^{ème} ou 5^{ème} jour mais parfois au bout de 20 jours (il faut attendre 3 semaines pour conclure à l'absence de *Brucella*). Couleur de miel elles sont en forme de dôme à contour circulaire et régulier. Dans le cas d'une brucellose chronique (ou subaiguë) il faut recourir à la culture de moelle

osseuse ou de biopsie hépatique. Les brucelles sont des petits coccobacilles à Gram négatif, de croissance lente en milieu enrichi (milieu gélosé enrichi en sang), donnant des colonies oxydase positive, catalase positive et à activité uréasique rapide. Elles sont d'identification difficile par les méthodes phénotypiques ou en spectrométrie de masse, plus facilement identifiées par les méthodes moléculaires. Leur culture est à risque, à effectuer en laboratoire NSB3. Les brucelles sont des agents de risque biologique de classe 3, arme potentielle du bioterrorisme.

- **Prélèvements :**

Forme sudoro-algique : hémoculture (la bactériémie est continue)

Forme focalisée : LCR, pus, liquide articulaire, ganglion.

- **Milieux :**

- Enrichis, à incuber à 37°C et sous CO₂ + (*B. abortus*) pendant au moins 15 jours
- L'usage de milieux liquides est habituel et la modalité de Castaneda (milieu biphasique) est inutile.

- **Principaux caractères bactériologiques :**

- **Morphologie :** Coccobacilles à Gram-négatif 0,5-0,7 X 0,6 à 1,5 µ non capsulés, immobiles et non sporulés.
- **Caractères de culture :** Poussent pauvrement et **lentement** sur les milieux habituels tels les milieux pour Hémoculture ou gélose au chocolat à 37°C pendant plus de 2 jours. Certaines espèces et biotypes sont exigeants en gaz carbonique (CO₂) (*B. abortus*). L'orientation diagnostic rapide, outre la culture lente et l'aspect des colonies, est fondée sur le caractère oxydase + et uréase + puis sur une agglutination rapide sur lame (antigène A ou M).

Le diagnostic de genre est aisé mais celui en espèces et biotypes beaucoup plus difficile à un intérêt épidémiologique qui est maintenant réservé à des laboratoires spécialisés comme l'institut National de Référence IPA Alger- Algérie.

-Sensibilité aux antibiotiques

Antibiogramme limité à quelques antibiotiques, attention à la contamination de laboratoire. Les *Brucella* sont sensibles in vitro à de nombreux antibiotiques dont les β-lactamines mais on aura à l'esprit qu'il s'agit de parasites intracellulaires facultatifs.

In vivo, le traitement antibiotique est actif dans les formes aiguë et subaiguë ou focalisée après un temps de traitement suffisamment long pour les associations suivantes :

tétracycline + streptomycine, doxycycline + rifampicine et, à un moindre degré, triméthoprime-sulfaméthoxazole. Traitement de plusieurs semaines (4-8).

2.3.7.2. Diagnostic de la Brucellose Chez l'animal :

A. Recherche d'anticorps contre la brucellose par la technique de l'EAT :

- 1. Objet :** Recherche dans le sérum des anticorps dirigés contre les bactéries du genre brucella naturellement en phase lisse (*B. abortus*, *B. melitensis*) par l'épreuve à l'antigène tamponné
- 2. Références et Normes :** Recueil des méthodes standardisées en sérologie de L'INMV. (Prospectus selon le fournisseur POURQUIER)
- 3. Principes :** L'EAT, dénommée également épreuve au Rose Bengale, appartient à la famille des épreuves à l'antigène de Brucella tamponné (en anglais : buffered Brucella antigen tests). C'est une épreuve de séro agglutination rapide. Le mélange réactionnel contient pour moitié le sérum et pour moitié l'antigène constitué d'une suspension phénolée à 0,5 pour cent de Brucella abortus biovar 1, souche 99, inactivée, coloré au Rose Bengale et tamponnée à PH= 3,65.
- 4. Paramètre de validation :** La validation de l'épreuve se fait par apport à un sérum témoin positif et à un sérum témoin négatif.
- 5. Moyens matériels :**
 - 5.1. Petit Matériel :** Système de distribution et de dilution volumétrie et précision adaptées (pipettes automatiques type eppendorf)
 - Plaque blanche (verre, opaline, plastique)
 - Cônes plastique à usage unique
 - Baguette fine (verre, bois)
 - Minuteur ou chronomètre
 - 5.2. Réactifs :**
 - **Antigène coloré au Rose Bengale :** est un antigène du commerce à usage vétérinaire, agréé par le Ministère de l'agriculture exclusivement, à conserver selon les indications du fabricant.
 - **Sérum de contrôle positif** (du commerce ou préparé au laboratoire)
 - **Sérum de contrôle négatif** (du commerce ou préparé par le laboratoire)
- 6. Equipements :** Réfrigérateur thermo statée à 5 ° c, centrifugeuse réfrigérée et agitateur de plaque adapté, à mouvement basculant (environ 30balancement/mn).

7. Technique :

Placer l'antigène et les sérums à température ambiante (18.C-23.C) 30 à 60 minutes avant le début du test sur une plaque, disposer 30 ùl de chacun des sérums à tester

Agiter doucement le flacon d'antigène et disposer 30.ùl. c. t. de chacun des sérums

Mélanger soigneusement l'antigène et le sérum

Agiter la plaque pendant 4 mn exactement et lire immédiatement

8. Interprétation :

- Pas d'agglutination : absence d'anticorps
- Agglutination, aussi minime soit-elle : présence d'anticorps

9. Conditions de conservation et d'élimination des échantillons :

Pour des conservations supérieures à 72h, les sérums seront conservés congelés à une température <16°C. Leur destruction sera réalisée par autoclavage ou par toute autre méthode retenue dans l'exigence générale.

B. Recherche d'anticorps contre la brucellose par la technique de ring test :

- 1. Objet :** Recherche dans le lait des anticorps dirigés contre les bactéries du genre brucella par la technique de Ring Test.
- 2. Domaine d'application :** Cette technique est utilisable sur lait cru et frais de bovin uniquement (le Ring Test des laits de chèvres et de brebis est peu demandé).
- 3. Principes :** Le Ring Test est une réaction d'agglutination entre les anticorps contenus dans le lait et les bactéries colorées de l'antigène. Lorsque les corps bactériens colorés sont mis en présence de lait contenant des anticorps spécifiques, il se forme des complexes antigènes anticorps qui sont progressivement entraînés par la matière grasse à la surface du lait et forment un anneau bleu violet.
- 4. Paramètre de validation :** Vérifier que les résultats des témoins sont conformes aux résultats attendus
- 5. Fournitures :**
 - 5.1. Petits Matériels :** Tubes à essai Pipettes graduées Micropipettes de 50 ùl
 - 5.2. Réactifs :**
 - Antigène coloré pour épreuve de l'anneau - Lait à tester conservé à +4°C
 - Lait témoins positif et négatif éventuellement
- 6. EQUIPEMENT :** Etuve à 37 °C, Réfrigérateur

premiers complexes se fixe au système hémolytique entraînant une lyse des hématies d'ampleur proportionnelle à la quantité de complément resté libre. Le taux d'hémolyse observé, évalué d'après la coloration du milieu de réaction (surnageant après centrifugation) est ainsi inversement proportionnel au taux d'anticorps spécifiques initialement présents dans le sérum.

5. Paramètre de validation : La validation de l'épreuve se fait par apport à :

***Témoins sérum** : l'absence de pouvoir anti complémentaire du sérum testé est vérifiée par la réalisation d'un puits « témoin sérum » ou l'épreuve est effectuée sans antigène, celui-ci étant remplacé par un volume identique de diluant. Ce contrôle est réalisé systématiquement pour **chaque sérum testé**.

***Témoin antigène** : l'absence de pouvoir anti complémentaire de l'antigène est vérifiée par la réalisation d'un puits « témoin antigène » ou l'épreuve est effectuée sans sérum, celui-ci étant remplacé par un volume identique de diluant. Ce contrôle est réalisé une seule fois pour **chaque série d'épreuve**.

***Témoin complément** : l'activité du complément sur le couple hémolytique est vérifiée par la réalisation d'un puits « témoin complément » ou l'épreuve est effectuée uniquement avec le complément et le système hémolytique, l'antigène et le sérum étant remplacés chacun par un volume identique de diluant. Ce contrôle est réalisé une seule fois pour chaque série d'épreuve.

***Témoin système hémolytique** : La qualité du système hémolytique (absence d'hémolyse en l'absence de complément) est vérifiée par la réalisation d'un puits « témoin système hémolytique » ou l'épreuve est effectuée uniquement avec le système hémolytique, l'antigène et le sérum étant remplacés chacun par un volume identique de diluant. Ce contrôle est réalisé une seule fois pour chaque série d'épreuve.

***Sérum de contrôle** : Des sérums de contrôle positif et négatif sont inclus dans chaque série d'épreuve.

6. Fournitures :

6.1. Petits matériels : Système de distribution et de dilution volumétrie et précision adaptées (pipettes automatiques type eppendorf)

- Plaque de micro titrage à usage unique (fond en U) munies de couvercle, tubes de 5 ml et portoirs.

-Agitateur de plaque adapté, à mouvement basculant (environ 30 balancement/mn

- Minuteur ou chronomètre.

6.2. Réactifs :

- l'antigène
- Complément de cobaye lyophilisé (non stabilisé)
- Hématie de mouton
- Sérum hémolytique du lapin anti-hématie du mouton
- Sérum de contrôle positif
- Sérum de contrôle négatif
- Diluants : Tampon véronal calcium magnésium

7. Equipement :

- Centrifugeuse réfrigérée si possible
- Etuve à 37°C
- Réfrigérateur thermo statée à 5 ° c
- Bain-marie (à agitation si possible) thermo staté à 37°C
- Bain-marie (à agitation si possible) thermo staté à 60 °c
- Agitateur de plaque adapté, à mouvement basculant (environ 30 balancement/mn)

8. Technique :

8.1 Titrage du complément : - Effectuer ce titrage en tubes

- Reprendre le complément lyophilisé par la quantité de solvant indiquée puis le diluer au 1/100 en Tampon véronal si le complément est de fabrication récente.
- Plus la date de péremption est avancée plus les dilutions se concentrent de 1/80 à 1/40
- Diluer l'antigène brucellique selon le titre indiqué et répartir en tubes selon le schéma suivant :

Tableau 3 : Technique de titrage des anticorps anti brucelliques :

Hémolyse	Témoins											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	H0	H100
TV µl	36 0	350	340	330	320	310	300	290	280	270	400	0
C' dilué µl	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	0	400
Ag dilué µl	20 0	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Agiter les tubes les placer au bain –marie à 37 °c pds 30 mn

CH µl	40 0	400										
--------------	-----------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Agiter les tubes les placer au bain –marie à 37 °c pds 30 mn

- Préparation du couple hémolytique :

Il est impératif d'utiliser les mêmes éléments du couple hémolytique pour le titrage du complément et la réaction de fixation du complément. En conséquence, prévoir des quantités suffisantes pour les deux utilisations.

Conserver les 2 éléments séparés entre les 2 utilisations.

- Mélanger à parts égales :

* la suspension d'hématies de mouton à 2,5%, soit 0,5 ml d'hématies (à 50%) plus 9,5 ml de Tampon véronal

*le sérum hémolytique dilué selon le titre

- Mélanger 20 mn avant l'emploi les quantités nécessaires pour le titrage du complément et laisser à la température du laboratoire (garder à +4°C jusqu'au lendemain et séparément le reste des éléments du couple).

- Centrifuger immédiatement les tubes à la sortie du bain-marie pendant 10 mn à 500-1000 t/ mn

- Faire un témoin H50 (0,50 ml du surnageant du témoin hémolyse H0 et 0,50 ml du surnageant du témoin hémolyse H100)
- Prendre comme unité H50, le premier tube de la gamme dont le surnageant présente la même coloration que le témoin H50 ainsi préparé.

Calcul de la quantité de complément à préparer

Exemple :

- Nombre de cupules = 100
- Chaque cupule reçoit 0,025 ml de complément dilué, soit :
- $0,025 \text{ ml} \times 100 = 2,5 \text{ ml}$ (volume total de complément dilué)
- L'unité H50 a été trouvée pour le tube n° 5 (0,08 ml de complément à 1/100)
- L'épreuve utilise 6 unités H50, soit :
- $0,08 \times 6 \times 100 \times 0,025 = 0,060 \text{ ml}$
- $100 \times 0,2$

8.2 Réaction

Dilution des sérums :

- Inactiver les sérums à titrer par chauffage au bain-marie à 60°C pendant 30 mn.
- Diluer les sérums en Tampon véronal au 1/40 : 25 μ l de chaque sérum à tester décomplémenté sont mélangés à 75 μ l de TV dans une plaque intermédiaire. 25 μ l de ce mélange initial sont reportés dans un puits (puits témoin) et 25 μ l sont reportés dans un autre puits (puits examen) de la plaque d'épreuve. La même chose est réalisée avec les sérums de contrôles.

2.3.8. Prise en charge thérapeutique : CONDUITE PRATIQUE DU TRAITEMENT

a- Brucellose aiguë :

L'emploi d'une association comportant un antibiotique tétracyclique fait aujourd'hui l'unanimité. L'OMS a longtemps prôné 21 jours de tétracyclique et de streptomycine, modalité jugée satisfaisante en dépit de 5 % et souvent de 8 % de rechutes, alors que ce pourcentage atteignait 20 % quand la tétracycline était utilisée seule.

La rifampicine, jugée très intéressante (bien que 10 à 20 % de souches de Brucella soient moins ou peu sensibles), a été dès 1979 proposée à la place de la streptomycine.

Les premiers résultats de cette association ont été d'abord jugés très satisfaisants, statistiquement équivalents à ceux obtenus avec l'association tétracycline-streptomycine, sous réserve que le traitement oral (tétracycliques + rifampicine ou tétracycline seule

poursuivie après arrêt de l'aminoside) soit maintenu au moins 30 et, mieux, 45 jours au total.

Cependant, au fil des ans, de nombreux travaux, en particulier espagnols [] ou anglo-saxons [], ont fait ressortir une plus grande sécurité de l'association tétracycliques aminoside (streptomycine 15 à 21 jours, gentamicine ou Nétromycine 7 jours), avec un taux de rechutes inférieur (4,5 % versus les 8,4 % observés lors de traitements par doxycycline rifampicine, résultats d'une méta-analyse de Hall). En tout état de cause, un risque de rechute persiste toujours, qu'un allongement excessif de la durée du traitement ne modifie guère.

Malgré cela, les rechutes observées restent toujours accessibles à la reprise du traitement initial car la sensibilité du germe ne se modifie pas [].

Les autres modalités ne sont pas particulièrement performantes : le cotrimoxazole administré à fortes doses (3 g/j) ne donne de résultats acceptables qu'au prix d'un traitement prolongé durant 6 mois ; le nombre de rechutes est rédhitoire [,]. Les quinolones, d'emblée séduisantes, ne font pas mieux que les tétracycliques, même lorsqu'elles sont associées à la rifampicine

Les associations de tétracycliques doivent donc être utilisées de manière préférentielle.

L'association doxycycline-rifampicine a pour elle la facilité de la voie orale et la quasi-absence de toxicité. En revanche, la rifampicine, puissante inductrice enzymatique, divise par quatre ou cinq les taux sériques résiduels de doxycycline. De plus, son usage extensif en pays de forte endémie Tuberculeuse risque, chez des patients brucellisés et ignorant une tuberculose évolutive concomitante, de sélectionner des mycobactéries résistantes à cet antituberculeux majeur. Quel que soit le choix du prescripteur entre les deux associations doxycycline-aminoside ou doxycycline-rifampicine, ni l'une ni l'autre ne peuvent être appliquées chez la femme enceinte ou l'enfant de moins de 7 ans (doxycycline contre-indiquée dans les deux cas, aminoside déconseillé au cours de la grossesse).

b-Autres situations anatomocliniques :

Les modalités exposées ci-dessus peuvent s'avérer insuffisantes pour assurer la cure de certaines localisations anatomiques ou de foyers brucelliens d'évolution torpide ou chronique.

✓ **Endocardite brucellienne :**

Avec un inoculum bactérien important et l'absence de vascularisation du tissu valvulaire, elle requiert une antibiothérapie renforcée et aussi bactéricide que possible.

Une triple association a souvent été proposée avec tétracycline, rifampicine et aminoside, ce dernier étant maintenu plus longtemps qu'au cours d'une brucellose aiguë banale. La durée du traitement excède alors facilement 6 semaines, atteint très souvent 12 semaines et même au-delà. Lorsque la greffe brucellienne concerne une prothèse valvulaire, celle-ci doit le plus souvent être remplacée et l'antibiothérapie est longuement poursuivie après ce geste. Au demeurant, la mise en place d'une prothèse en cas d'infection sur valve native est une éventualité fréquente et parfois urgente. Bien que grave car très destructrice, l'endocardite bactérienne peut guérir dans plus de 80 % des cas.

✓ **Localisations ostéoarticulaires :**

Lorsqu'elles sont précoces, apparues au cours de la brucellose aiguë, ces atteintes essentiellement synoviales sont susceptibles de guérir dans le même temps que l'état septicémique. En revanche, les ostéoarthrites tardives, parfois révélatrices de l'infection brucellienne, demandent un traitement prolongé d'au moins 3 mois, associant tétracycliques, rifampicine et aminosides durant les 8 ou 15 premiers jours, poursuivi ensuite avec les seules doxycycline et rifampicine qui présentent toutes deux l'avantage d'une excellente diffusion osseuse. L'existence de gros dégâts vertébraux lombaires peut justifier une antibiothérapie de 6 mois. Selon le cas, l'immobilisation, toujours utile au début, est prolongée au-delà de 1 mois. Possibles mais rares sont les indications d'un abord chirurgical ou de la ponction évacuatrice d'un abcès ossifluent sous contrôle tomodensitométrique.

✓ **Localisations neuroméningées :**

Les méningites subaiguës précoces ou les états méningoencéphaliques plus tardifs avec arachnoïdite chronique sont traités par une association souvent triple. Le passage intrathécal douteux des tétracycliques (qui en revanche, diffusent mieux dans le parenchyme cérébral) peut faire préférer la rifampicine associée au cotrimoxazole et, dans les premiers temps, avec un aminoside (celui-ci pouvant être aussi donné par voie intrarachidienne). Deux à 3 mois de traitement paraissent un minimum. Si dans les formes précoces la guérison est habituellement acquise, il n'en va pas toujours de même dans les formes tardives, subaiguës avec arachnoïdite englobant les vaisseaux artériels, a fortiori lorsqu'il existe des localisations abcédées. La ceftriaxone proposée par certains pour son activité intrinsèque excellente et sa bonne diffusion méningée doit certainement faire l'objet de travaux complémentaires et de protocoles comparatifs.

✓ **Autres localisations viscérales :**

L'orchépidydimite, localisation classique, requiert un allongement de la durée du traitement car les rechutes apparaissent fréquentes (33 %). L'échec d'emblée n'est pas exceptionnel, qui tient à une nécrose tissulaire pouvant nécessiter une orchidectomie. D'autres localisations rares et atypiques, telles que mammaires ou pulmonaires (infection de séquestre pulmonaire, observation personnelle non publiée), ne sont définitivement guéries que par la chirurgie..

✓ **Au cours des brucelloses granulomateuses chroniques :**

L'antibiothérapie ne peut atteindre sa cible qu'avec difficulté et ces brucelloses hépatiques, spléniques, rénaux, voire pulmonaires ou testiculaires, relèvent en première intention de l'action chirurgicale, l'antibiothérapie n'ayant qu'un rôle de complément une fois réséquée la pseudotumeur infectieuse. Cependant, dans quelque éventualité où le foyer granulomateux était expressif et évolutif avec fièvre, le traitement antibiotique a pu, à lui seul, être curatif. Une ponction guidée radiologiquement peut être une aide à la fois diagnostique et thérapeutique.

✓ **Brucellose chronique afocale :**

En dépit des affirmations émanant de quelques auteurs français ou étrangers, l'antibiothérapie, même associative et prolongée (jusqu'à 2, 3 mois et même plus) n'a jamais authentiquement apporté le moindre soulagement aux patients atteints de patraquerie. D'ailleurs, les travaux relatant l'effet supposé bénéfique de l'antibiothérapie en pareil cas n'ont pas, pour la plupart, franchi la barrière des comités de lecture, ne serait-ce que du fait de l'absence de protocoles comparatifs. Jusqu'à récemment, plusieurs écoles, particulièrement affrontées à ce problème, avaient proposé une antigénothérapie dite « désensibilisante » visant à mieux faire tolérer un parasitisme bactérien irréductible. Après avoir durant longtemps utilisé la mélitine par voie orale ou une suspension de *Brucella* tuée par voie injectable, cette antigénothérapie a été conduite par voie injectable sous-cutanée en utilisant la fraction phénol insoluble de *Brucella* mise au point par Roux dans un but vaccinal. Les résultats en furent plus qu'honorables, dépassant de loin le simple bénéfice d'un placebo. En effet, en plus de l'amélioration objective il a été possible de constater de manière pertinente la réduction des phénomènes d'hypersensibilité retardée à l'égard des antigènes brucelliens, puisque l'intradermoréaction à la mélitine perdait son caractère exubérant et, surtout, les tests de transformation lymphoblastique effectués avant et après l'antigénothérapie révélaient une réduction considérable de l'activation lymphocytaire en

présence d'antigène spécifique. La disparition du marché de tout antigène brucellien rend aujourd'hui impossible cette thérapeutique. Bien des patients le regrettent qui en tiraient bénéfice pendant de longues périodes, quitte à renouveler le traitement de manière itérative.

LA CONDUITE A TENIR [368] :

LES MESURES A PRENDRE :

Une fois le diagnostic clinique posé, il est indispensable de :

Déclarer la maladie au SEMEP CHUC, SEMEP territorialement compétent, à la DSP à la DGPPS et à l'INSP

La déclaration se fait immédiatement par téléphone, fax, email ensuite reportée sur la relève hebdomadaire.

Précéder aux examens biologiques pour la confirmation du diagnostic clinique :

Diagnostic sérologique est le plus fréquent

Diagnostic bactériologique : le diagnostic bactériologique par Culture et l'isolement de la souche permet un diagnostic de certitude.

Pour la forme aiguë : hémoculture, celle-ci doit être pratiquée avant toute antibiothérapie et répétée, bien étiqueter les flacons avec (nom, prénom, âge du malade, température, l'heure de prélèvement).

Pour les formes focalisées, il faut un prélèvement de pus ou de liquide de ponction liquide céphalorachidien LCR, liquide articulaire, ponction des ganglions).

Faire parvenir rapidement les prélèvements au laboratoire afin de les incuber dans une étuve de 35°, **ne jamais les mettre dans un réfrigérateur.**

***Ne jamais oublier d'indiquer au biologiste la suspicion de brucellose car il y'a risque de contamination au laboratoire.**

1- Diagnostic sérologique :

1. **L'épreuve à l'antigène tamponne** : Test au Rose Bengale

C'est une technique d'agglutination qualitative colorée par le rose Bengale, elle met en évidence les Anticorps IGG.

2. **Sérodiagnostic de WRIGHT :**

C'est l'examen le plus utilisé dans la forme aiguë et subaiguë, il s'agit d'une technique d'agglutination quantitative qui met en évidence surtout les IGM.

Il est impératif de se munir d'une paire de gant avant toute manipulation de sérum

3. Immunofluorescence indirecte (I.F.I) réalise dans le laboratoire de référence (IPA).

Cette technique met en évidence des IGM, IGA et IGM

- sérum positif : présence de fluorescence.
- Sérum négatif : absence de fluorescence.

❖ **Traiter le cas :**

LE TRAITEMENT selon les recommandations Algériennes 2018 [368] :

L'objectif du traitement de la brucellose est d'éviter la survenue de formes focalisées et de rechutes précoces ou tardives.

Le traitement est fonction du stade et des formes cliniques de la maladie, il comprend un traitement curatif est un traitement adjuvant selon les cas.

Traitement curatif :

- Cyclines : doxycycline
- Aminosides : gentamicine
- Rifampicine
- Autres : Cotrimoxazole et les Fluoroquinolones « ciprofloxacine»

Traitements adjuvants : Ce dernier peut faire appel à :

- Repos au lit, des anti-inflammatoires
- Traitement des complications (immobilisation, ponction d'abcès, chirurgie, Neurochirurgie, chirurgie cardiovasculaire).

Principes directeurs du traitement de la maladie :

Le traitement de la brucellose doit obéir au principe suivant :

Pas de monothérapie car génératrice de résistance bactérienne aux Antibiotiques

Pour la forme aigue : associer deux antibiotiques, avec au moins un à action Intracellulaire pour une durée suffisante (6semaine)

Pour les brucelloses focalisées, le recours à une association de 3 Antibiotiques ou plus est souvent nécessaire pour une durée plus longue

Le traitement par un aminoside (souvent la gentamycine) ne doit pas dépasser 03 semaines avec surveillance hebdomadaire de la fonction rénale et surveillance ORL

Les cyclines (doxycycline) sont contre-indiquées chez la femme enceinte et L'enfant dont l'âge est inférieur ou égal à 8ans.

L'utilisation de la rifampicine doit être précédée par la réalisation d'un Antibiogramme

Malgré un traitement antibiotique bien conduit, la stérilisation Bactériologique n'est pas toujours obtenue rendent le risque de rechutes et de focalisation toujours présent et imposant un suivi à long terme après la cure initiale.

Des mesures non spécifiques sont souvent indispensables avec le traitement Antibiotique (repos, corset si atteinte osseuse lombaire, chirurgie cardiaque si localisation endocarditique, neurochirurgie si atteinte neuro-méningée gravissime).

SCHEMAS THERAPEUTIQUES [366] :

<u>FORMES CLINIQUES</u>	<u>SCHEMAS THERAPEUTIQUES</u>
<u>BRUCELLOSE AIGUE</u>	<p><u>Associer 2 antibiotiques :</u></p> <p><u>1ere intention :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Doxycycline per os : 200 mg/j (en une prise au milieu du repas) pendant 06 semaines. 2- Gentamicine en IM : 80mg 2fois/j pdt 7 à 14jours) <p><u>2eme intention :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Doxycycline per os : 200 mg/j (en une prise au milieu du repas) pdt 06 semaines. 2- Rifampicine per os : 900 mg/j (en une prise à distance des repas) pdt 06 semaines. <p><u>2eme intention :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Doxycycline per os : 200 mg/j (en une prise au milieu du repas) pdt 02 mois.. 2- Cotrimoxazole per os TMP 320 mg/j, smx 1600 mg/j (en deux prises) pdt 02 mois. <p style="text-align: center;">OU</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Rifampicine per os : 900 mg/j (en une prise à distance des repas) pdt 06 semaines. 2- Fluoroquinolones (ciprofloxacine) 500 mg 2 fois/j pdt 06 semaines
	<p><u>ENDOCARDITE BRUCELLIENNE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Associer 3 antibiotiques :</u> <ol style="list-style-type: none"> 1- Doxycycline per os : 200 mg/j (en une prise au milieu du repas) pdt 03 mois. 2- Rifampicine per os : 15 mg/kg (en une prise à distance des repas) pdt 03 mois. 3- Gentamicine IM : 5mg/kg/j pdt 14 à 21 jours.

<u>BRUCELLOSE FOCALISEE</u>	<p style="text-align: center;">OU</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Doxycycline per os : 200 mg/j (en une prise au milieu du repas) pdt 03 mois. 2- Rifampicine per os : 15 mg/kg/j (en une prise à distance des repas) pdt 03 mois. 3- Cotrimoxazole per os (TMP 320 mg/j+ smx 1600 mg/j (en deux prises) pdt 03 mois.
<u>BRUCELLOSE FOCALISEE</u>	<p style="text-align: center;"><u>BRUCELLOSE OSTEO-ARTICULAIRE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Associer 2 antibiotiques :</u> <ol style="list-style-type: none"> 1- Doxycycline per os : 200 mg/j (en une prise au milieu du repas) pdt 03 mois. 2- Gentamicine IM : 5mg/kg/j pdt 14 à 21 jours puis relais par 3- Rifampicine per os : 900 mg/j (en une prise à distance des repas) pdt au moins 03 mois. <p style="text-align: center;">OU</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Rifampicine per os : 900 à 1200 mg/j (en une prise à distance des repas) pdt au moins 03 mois. 2- Cotrimoxazole per os (TMP 320 mg + smx 1600 mg/j (en deux prises) pdt 03 mois. <p style="text-align: center;"><u>Nb : la duree du traitement peut etre plus longue jusqu'à 6 mois en fonction de l'importance des atteintes osseuses</u></p>
	<p style="text-align: center;"><u>BRUCELLOSE NEUROMENINGEE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Associer 3 antibiotiques :</u> <ol style="list-style-type: none"> 1- Cotrimoxazole per os (TMP 320 mg/j + smx 1600 mg/j (en deux prises) pdt au moins 03 mois. 2- Rifampicine per os : 900 à 1200 mg/j (en une prise à distance des repas) pdt au moins 03 mois. 3- Gentamicine IM : 5mg/kg/j pdt 14 à 21 jours.
<u>BRUCELLOSE CHRONIQUE</u>	<p style="text-align: center;"><u>BRUCELLOSE CHRONIQUE :</u></p> <p style="text-align: center;">- Pas d'indication au traitement sauf en cas d'existence d'un foyer focalisé</p>
	<p style="text-align: center;"><u>CHEZ LA FEMME ENCEINTE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Associer 2 antibiotiques :</u> <ol style="list-style-type: none"> 1- Rifampicine per os : 900 mg/j (en une prise à distance des repas) pdt 06 semaines.

<u>BRUCELLOSE</u> <u>CASPATICULIERE</u>	<p>2- Cotrimoxazole per os (TMP 320 mg/j + smx 1600 mg/j (en deux prises) pdt 06 semaines.</p> <p>(à éviter par prudence au premier trimestre)</p> <p>Associe à l'acide folique</p>
	<p><u>CHEZ L'ENFANT AGE DE 8ANS OU MOINS :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• <u>Associer 2 antibiotiques :</u><ol style="list-style-type: none">1- Cotrimoxazole per os (TMP 6 mg/kg/j + smx30 mg/kg/j (en deux prises) pdt 06 semaines.2- Gentamicine en IM : 5mg/kg/j pdt 07 jours <p>Ou</p> <ol style="list-style-type: none">1- Cotrimoxazole per os (TMP 6 mg/kg/j + smx30 mg/kg/j (en deux prises) pdt 06 semaines.2- Rifampicine per os : 15 mg/kg/j (en une prise à distance des repas) pdt 06 semaines.
	<p><u>Chez l'enfant age de plus de 8 ans :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• <u>Associer 2 antibiotiques :</u><ol style="list-style-type: none">1- Doxycycline per os : 5 mg/kg/j (en une prise au milieu du repas) pdt 03 mois.2- Gentamicine en IM : 2 à 3mg/kg/j pdt 07 à 14 jours <p>Ou</p> <ol style="list-style-type: none">1- Doxycycline per os : 5 mg/kg/j (en une prise au milieu du repas)2- Rifampicine per os : 25 mg/kg/j (en une prise à distance des repas)
	<p><u>CHEZ L'INSUFFISANT RENAL :</u></p> <p>Tous les schémas peuvent être prescrits, les doses seront adaptées selon la clearance à la créatinine</p>

2.3.9. Les mesures prophylactiques :

Il s'agit de mesures destinées aux personnes à risque d'exposition et leur entourage, ces mesures doivent être régulièrement rappelées et expliquées :

Eviter le contact direct, mains nues, quel que soit le contexte avec les animaux vivants Ou morts présumés contaminés, le port de gant est la règle d'or

Eviter les manipulations à mains nues de tous les animaux nouveaux –nés, des produits d'avortements des animaux du cheptel et du placenta, insisté tout le temps sur le port de gants et de lunettes de protection.

Ne pas consommer du lait cru ou de produits laitiers traditionnels (petit lait, fromage frais ou mou...), la pasteurisation est le meilleur moyen pour éviter une éventuelle infection brucellienne par voie digestive.

Procéder à la désinfection régulière du matériel utilisé pour le recueil (collecte) du lait

Pratiquer un dépistage (des tests sérologiques réguliers) pour le personnel exposé (bergers, fermiers Trayeurs, bouchers, vétérinaire, personnel du laboratoire de microbiologie ...).

2.4. Caractéristiques (description) de la Zone D'étude :

La wilaya de Constantine se situe à l'est du pays (36° 21' 54 N de Latitude et 6° 36' 52 E de longitude) et au milieu de la région orientale de l'Algérie, à environ 245 km de la frontière orientale Algéro-Tunisienne.

La zone sur laquelle repose Constantine est hétérogène en termes de hauteur au-dessus du niveau de la mer, car elle est confinée entre les courbes de niveau de 400 m, 800 m et 1200 m au sud.

a- Localisation : La wilaya de Constantine est délimitée par :

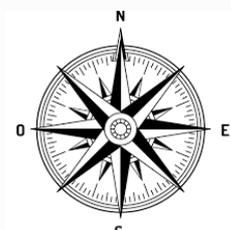
- Au Nord, Par La Wilaya De Skikda ;
- A L'Est, Par La Wilaya De Guelma ;
- Au Sud, Par La Wilaya D'Oum El Bouaghi ;
- A L'ouest, Par La Wilaya De Mila ;
- Nord-Ouest, Par La Wilaya De Jijel.

Wilayas limitrophes de la wilaya de Constantine

[Jijel](#)

[Skikda](#)

[Mila](#)



[Guelma](#)

[Oum El Bouaghi](#)

b- Organisation administrative :

Conformément à la loi n° 84-09 du 4 février 1984, relative à l'organisation territoriale du pays ; La Wilaya de Constantine est composée de douze communes organisées en 6 Dairas suivant :

Tableau 4 : Distribution des communes selon les Dairates, Wilaya de Constantine

Source ONS [368]

Dairates	Communes
Constantine	Constantine
El Khroub	El Khroub
	Ain Smara
	O. Rahmoune
Ain Abid	Ain Abid
	Ibn Badis
Zighoud Youcef	Zighoud Youcef
	Beni Hamidène
Hamma Bouziane	Hamma Bouziane
	D. Mourad
Ibn Ziad	Ibn Ziad
	Messaoud Boudjriou

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES

Tableau 5 : Caractéristiques Géo- démographiques des douze communes de la Wilaya

Communes	Codes Géographiques	Population (2008*)	Superficie Km2	Densité	Géographie : Coordonnées géo référencés (Latitude et Longitude)
Constantine	25-01	448 374 hab.	231.63	1 936 hab. /km ²	<u>36° 17' 00" Nord,</u> <u>6° 37' 00" Est</u>
El Khroub	25-06	179 033 hab.	244.65	732 hab. /km ²	<u>36° 16' 00" Nord,</u> <u>6° 41' 00" Est</u>
Ain Smara	25-09	36 998 hab.	156.10	211 hab./km ²	<u>36° 16' 03" Nord,</u> <u>6° 30' 05" Est</u>
O. Rahmoune	25-10	26 132 hab.	209.95	124 hab./km ²	<u>36° 10' 58" Nord</u> <u>6° 42' 19" Est</u>
Ain Abid	25-07	25-07	323.80	98hab/km ²	<u>36° 13' 57" Nord,</u> <u>6° 56' 39" Est</u>
Ibn Badis	25- 03	18 735 hab.	310.42	60 hab/km ²	<u>36° 19' 02" Nord,</u> <u>6° 49' 55" Est</u>
Zighoud Youcef	25-04	44 486 hab.	236.95	188 hab. /km ²	<u>36° 31' 59" Nord,</u> <u>6° 42' 45" Est</u>
Beni Hamidène	25-08	9 397 hab.	131.02	72 hab./km ²	<u>36° 30' 20" Nord,</u> <u>6° 32' 59" Est</u>
Hamma Bouziane	25-02	79 952 hab	71.18	1 123 hab. /km ²	<u>36° 24' 43" Nord,</u> <u>6° 32' 59" Est</u>
D. Mourad	25-05	44 951 hab	115.70	389 hab./km ²	<u>36° 26' 54" Nord,</u> <u>6° 38' 02" Est</u>
Ibn Ziad	25-12	18 861 hab.	150.77	125 hab. /km ²	<u>36° 22' 45" Nord,</u> <u>6° 28' 19" Est</u>
Messaoud Boudjriou	25-11	9 050 hab.	106.60	85 hab./km ²	<u>36° 25' 28" Nord,</u> <u>6° 28' 21" Est</u>
Wilaya Constantine	25000	938 475 hab.	2 197 km ²	427 hab./km ²	36° 21' 54 N de Latitude et 6° 36' 52 E de longitude

De par ses potentialités économiques et sociales, la wilaya de Constantine s'étend sur une superficie de l'ordre de 2297,20 Km² pour une population estimée en 2020 à 1 310 952 *hab* soit une densité de l'ordre de 599 *hab/ km²* [370].

Selon le Décret présidentiel n° 18-337 du 25 décembre 2018 portant création de circonscriptions administratives dans les grandes villes :

Tableau 6 : Circonscriptions de la wilaya de Constantine

Circonscription Administrative	Composition	
	DAIRA	COMMUNE OU PERIMETRE
El Khroub	El Khroub	El Khroub, Ouled Rahmoune
	Ain Abid	Ain Abid, Ibn Badis
Zighoud Youcef	Zighoud Youcef	Zighoud Youcef, Béni Hamidene
Hamma Bouziane	Hamma Bouziane	Hamma Bouziane, Didouche Mourad
	Ibn Ziad	Ibn Ziad, Messaoud Boudjeriou
Constantine ville	Constantine	Constantine
Ali Mendjeli	Ain Smara	Périmètre de la ville nouvelle Ali Mendjli et la commune de Ain Smara

Source ONS [368]

c- Population et facteurs démographiques :

Tableau 7 : Evolution démographique par commune, wilaya Constantine, 2008 et 2020

Communes	Nbre hbts 2008	Nbre hbts 2020	Taux d'accroissement %
Constantine	448374	521330	1.26
El Khroub	179033	375669	6.34
Hamma Bouziane	79952	110478	2.72
Didouche Mourad	44951	61197	2.59
Ain Smara	36999	55044	3.35
Zighoud Youcef	35248	41926	1.45
Ain Abid	31742	40104	1.96
Ouled Rahmoune	26132	34020	2.21
Ibn Ziad	18861	23652	1.89
Ibn Badis	18735	25506	2.59
Beni Hamidene	9397	11262	1.51
Messaoud Boudjeriou	9050	10764	1.45
Total	938474	1310952	1.5

Source ONS

Tableau 8 : Typologie des communes, Wilaya de Constantine, année 2020

Commune	Typologie de Commune	Superficie Km ²	Population estimée	Densité Hb/Km ²	Effectif Ménages estimée	Taille Moyenne des Ménages
Constantine	PU	232	521 330	2 247	100 256	5,2
El- Khroub	PU	240	375 669	1 565	70 881	5,3
Ain- Smara	PU	125	55 044	440	10 193	5,4
Ouled- Rahmoune	MI	255	34 020	133	6 075	5,6
Ain- Abid	MI	116	40 104	346	7 427	5,4
Ibn- Badis	MI	240	25 506	106	4 637	5,5
Zighoud- Youcef	PU	310	41 926	135	7 106	5,9
Beni -Hamidene	TR	131	11 262	86	1 942	5,8
Hamma- Bouziane	PU	71	110 478	1 556	19 728	5,6
Didouche- Mourad	PU	209	61 197	293	11 127	5,5
Ibn- Ziad	MI	151	23 652	157	4 223	5,6
Messaoud- Boudjeriou	TR	107	10 764	101	1 824	5,9
TOTAL WILAYA		2 187	1 310 952	599	245 419	5,3

• PU : Prédominance urbaine, population vivant dans les zones urbaines est supérieur à 75 %
 • MI : Communes mixte, population vivant dans les zones urbaines se situe entre 45 % et 75%
 • TR : Totalemment Rural

Source ONS [368]

La wilaya de Constantine comprend une multiforme de dispersion de la population, dont 6 communes classées comme urbaines et deux autre comme rurales et les trois restantes sont mixte avec une partie urbaine et autre rurale. La population estimée en 2020 à environ 1.3 million d’habitant, sa majorité habitent dans deux communes (40% à Constantine et 30% à El Khroub), mais le reste qui représente 30% de la population est distribué sur le territoire de 10 communes. Donc les deux communes majoritaires en qualité de population (Constantine, El khroub) connues une grande densité populaire avec 2247, 1565 hab/km² successivement, aussi dans ce sens la commune de Hamma Bouziane connu une densité élevée avec 1556 hab/km². D’autre part La taille moyenne des ménages est évaluée à 5 personnes par famille. [368]

Pyramide des âges :

À l'instar de la population algérienne, la population de la Wilaya est jeune (plus 70%)

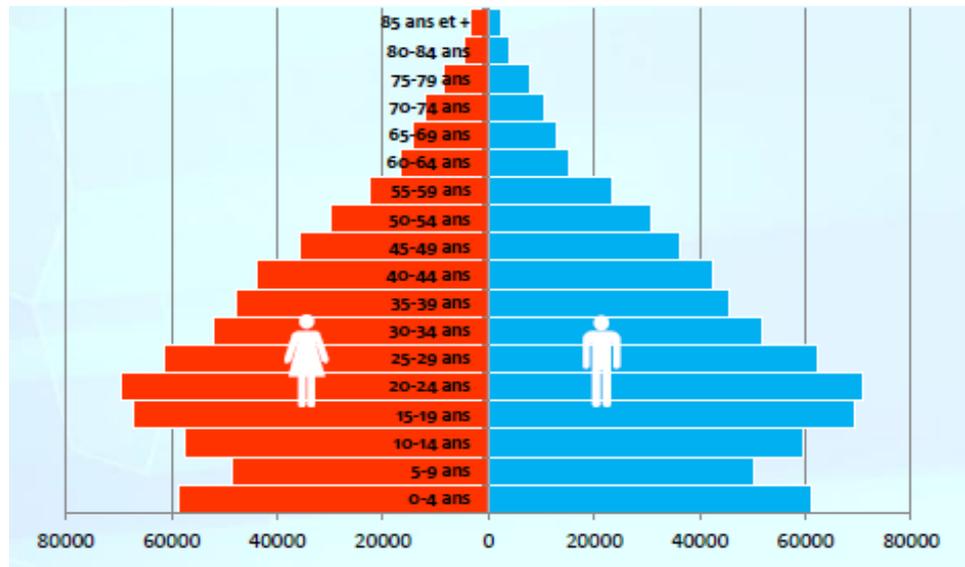


Figure 19 : Pyramide Des Ages De La Wilaya De Constantine Au 31/12/2020

Source ONS [370]

d- Géographie :

La Wilaya de Constantine est la capitale de l'Est Algérien, elle occupe une position géographique centrale dans la région Est, étant une ville charnière entre le Tell et les Hauts Plateaux dans l'Est du pays au croisement des grands axes Nord-Sud (Skikda-Biskra) et Ouest-Est (Sétif-Annaba).

Elle est également la métropole de l'Est du pays et la plus grande métropole intérieure du pays, elle assure des fonctions supérieures notamment culturelles et industrielles.

Constantine se situe à 431 km à l'est de la capitale Alger, à 130 km à l'est de Sétif, à 119 km au nord de Batna, à 198 km au nord-ouest de Tébessa, à 146 km au sud de Jijel et respectivement à 89 km et à 156 km au sud-ouest de Skikda et d'Annaba, à 245 km des frontières Algéro-tunisiennes et à 235 km de Biskra vers le sud (sahara). Sa position géographique favorise les déplacements du bétail d'une wilaya à une autre et par conséquent la propagation de la maladie.

Les repères géographiques montrent que la région n'est pas homogène par rapport à sa position et par rapport au niveau de la mer. Elle se situe entre les deux lignes contour 400 et 800 m vers le nord, 800 et 1200 m vers le sud.

Carte géographique - Wilaya de Constantine

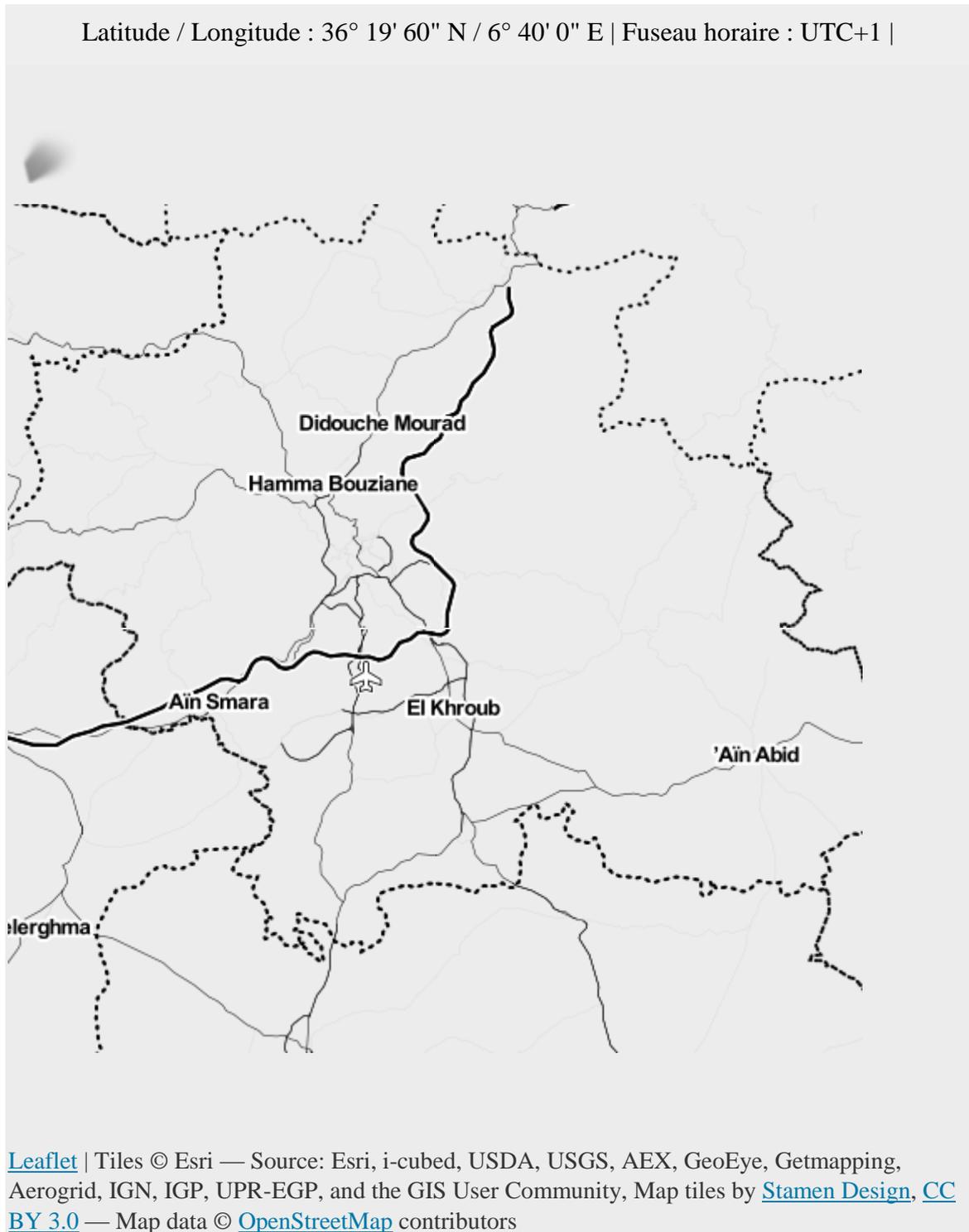


Figure 19 : Carte géographique - Wilaya de Constantine (Source ESRI)

e- Le relief de la wilaya de Constantine :

Constantine s'étale sur un terrain caractérisé par une topographie très accidentée, marquée par une juxtaposition de plateaux, de collines, de dépressions et de ruptures brutales de pentes donnant ainsi un site hétérogène. Elle s'étend sur un plateau rocheux à 649 mètres d'altitude, coupé des régions qui l'entourent par des gorges profondes où coule l'oued Rhummel, qui l'isole, à l'est et au nord, des djebels Ouahch et Sidi Mcid, dominant de 300 mètres, à l'ouest, le bassin d'El-Hamma. Aux alentours, la région est dotée de terres fertiles. [370]

La wilaya est constituée de trois zones géographiques :

1. La zone montagneuse, située au nord de la wilaya qui constitue le prolongement de la chaîne tellienne. Elle est dominée par le mont de Chettaba et le massif de Djebel Ouahch. À l'extrême Nord de la wilaya, le mont Sidi Driss culmine à 1 364 m d'altitude.
2. Les bassins intérieurs, sont constitués d'une série de dépressions qui s'étend de Ferdjioua (wilaya de Mila) à Zighoud Youcef et limitée au Sud par les hautes plaines ; cet ensemble est composé de basses collines entrecoupées par les vallées du Rhummel et de Boumerzoug.
3. Les hautes plaines sont situées au Sud-Est de la wilaya entre les chaînes de l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, elles s'étendent sur les communes de Aïn Abid et Ouled Rahmoune.

f- Climat et Pluviométrie :

Le climat de Constantine est un climat continental caractérisé par des hivers froids et des étés chauds et secs. L'année est caractérisée par un cumul pluviométrique de 348.8 mm en déficit d'environ 30% par rapport à la moyenne des 30 dernières années, les températures avec une moyenne de 15.9°C en légère hausse par rapport à la moyenne, et une légère baisse de la moyenne des températures minimales, la moyenne des vitesses maximales du vent est proche de la moyenne [370].

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES

Tableau 9 : Données climatiques à Constantine sur 20 ans.

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	2	3	4	6	10	15	17	18	15	11	6	3	9
Température moyenne (°C)	7	8	10	12	16	21	25	25	21	16	11	8	15
Température maximale moyenne (°C)	11	12	14	17	22	28	32	32	27	22	16	12	21
Record de froid (°C)	-3	-3	-2	-2	-2	1	5	8	10	7	2	-3	-3
Record de chaleur (°C)	22	27	27	30	35	41	41	41	38	36	27	27	41
Précipitations (mm)	80	60	60	50	40	20	0	10	20	40	50	80	560

Source : Weatherbase, statistiques sur 20 ans.

Tableau 10 : Données climatiques de Constantine pour l'année 2020.

	Jan vier	Févr ier	Mar s	Avri l	Mai	Juin	Juill et	Aoû t	Sept emb re	Oct obr e	Nov emb re	Déc emb re	Ann uel
Température minimale moyenne en °C	1,4	1,8	5,1	8,5	10,8	13,7	17,5	18,4	14,6	8,1	7,3	3,8	9,3
Température Maximale moyenne en °C	13,3	17,7	16,0	20,7	27,6	31,0	35,2	35,9	28,5	23,4	19,5	13,5	23,5
Température moyenne en °C	6,7	9,1	10,2	14,1	19,1	22,1	26,2	26,8	20,7	15,1	12,9	8,2	15,9
Humidité relative minimale Moyenne en %	93,9	93,4	92,8	94,5	89,7	83,7	70,9	68,8	89,6	88,3	89,7	93,1	87,3
Humidité relative Maximale Moyenne en %	50,0	35,5	49,1	45,0	28,9	24,0	20,1	17,2	34,7	30,8	43,0	52,0	35,9
Humidité relative Moyenne en %	75,6	69,0	73,6	75,1	58,9	50,9	43,7	42,5	64,2	61,1	67,9	75,1	63,1
Vitesse moyenne du vent en m/s	8,0	8,1	11,2	9,7	9,9	11,7	10,8	11,5	11,1	9,3	9,0	10,5	10,1
Vitesse moyenne du vent en km/h	29	29	40	35	36	42	39	41	40	33	32	38	36
Vitesse maximale moyenne du vent en m/s	2,4	2,2	3,8	2,8	2,9	3,2	3,0	3,2	3,0	2,6	2,8	3,8	3,0
Vitesse vent en km/h	9	8	14	10	10	12	11	11	11	9	10	14	11
Cumul pluviométrique en mm	14,2	0,2	90,0	51,0	5,6	9,2	0,4	14,2	18,6	21,2	45,6	78,6	348,8

Source : Office Nationale de Météorologie [366]

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES

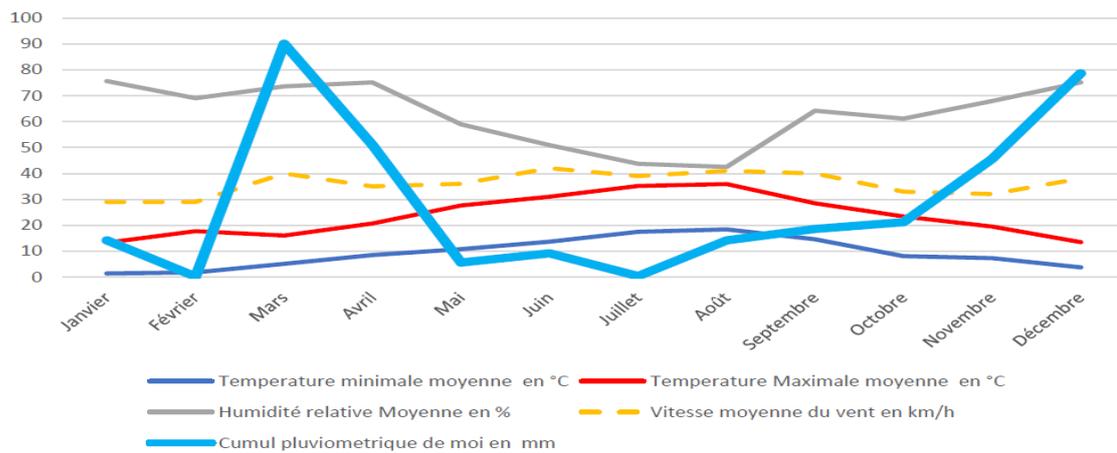


Figure 20 : Données Climatiques De La Wilaya De Constantine [370]

g- Hydraulique (types de réserves) :

1. Les eaux superficielles

Les oueds et les retenues collinaires, un réseau de 25 oueds ses longueurs varient entre 3 à 53 km dont plus importants : oued Rhumel, Oued-Boumerzoug et Oued Smendou où convergent plusieurs affluents temporaires et 20 Retenues Collinaires avec une capacité actuelle presque 6 millions m³ (Capacité initiale dépasse 9 millions m³) destinées principalement à l'irrigation, d'une superficie agricole de 887,8 ha.

2. Barrages

Cette wilaya comprend les barrages suivants :

- Barrage de Hammam Grouz
- Barrage Beniharroune :

Le barrage de Beni Haroun est, situé à l'extrême nord de la wilaya de Mila, au nord-est de l'Algérie. Il mesure 118 mètres de haut, 714 mètres de longueur de crête et retient un volume de 960 millions m³ d'eau. Le barrage de Beni Haroun est doté d'une grande station de pompage d'eau brute, d'une puissance de 180 MW

Le barrage alimente en eau potable plusieurs régions limitrophes de la wilaya de Mila, notamment les wilayas de Jijel, Constantine, Oum-El-Bouaghi, Batna et Khenchela.

Le barrage fournit également une quantité importante d'eau d'irrigation pour quelques centaines d'hectares d'exploitations agricoles dans les régions voisines

Le barrage de Beni Haroun accueille de plus en plus d'oiseaux migrateurs. Parmi les espèces accueillies on compte la sarcelle d'été, la sarcelle marbrée, le chevalier cul-blanc,

le chevalier aboyeur, le bécasseau minute, le bécasseau variable, le gravelot à collier interrompu, et la foulque macroule (*Fulica atra*).

3. Les eaux souterraines :

Les forages existants à travers la wilaya fait état de 31 forages, avec un débit moyen de 1457,55 l/s, ainsi que d'un nombre important de 60 sources avec un Débit Moyen de 216,9 Litre /Seconde, qui sont généralement utilisées pour l'alimentation en eau potable.

4. Sources d'eau en eau potable.

Dotation en AEP en Chefs-Lieux	150 l/h/j
Dotation en AEP en Zone urbaine	150 l/h/j
Dotation en AEP en Zone rurale	80 l/h/j
Taux de raccordement (A E P)	98%
Forages (Capacité)	43 671 658 m ³
Retenues collinaires (Capacité)	5 953 000 m ³
Besoin AEP	258 314 m ³ /j
Production real d'AEP	4843 m ³ /j

h- Transport :

➤ **Transport routier :**

L'autoroute Est-Ouest algérienne traverse l'agglomération de Constantine au sud de la ville, à proximité de l'aéroport et de l'université Mentouri, ce qui facilite les déplacements des animaux d'une wilaya à une autre et même les échanges commerciaux entre pays du grand Maghreb en l'occurrence la Tunisie

➤ **Transport ferroviaire :**

La ville possède une gare ferroviaire qui constitue en outre un nœud ferroviaire important reliant les principales villes de l'Est algérien.

➤ **Transport urbain :**

Disponibilité des véhicules lourds pour le transport du bétail entre communes de la wilaya, entre wilayas limitrophes notamment celles dotées de marchés bestiaux.

i- Economie :

A Constantine, le commerce des céréales et celui de l'habillement prédominent. Elle constitue le grand nœud d'échanges et de communications dans l'Est algérien. Les activités tertiaires, englobent le commerce de gros, et de détail ; l'artisanat : dinanderie et broderie sur velours, et des services multiples. La wilaya

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE : CONNAISSANCES ET ACTUALITES

abrite également des activités agricoles englobant des exploitations périurbaines fournissant du lait à certains points de vente et certains quartiers clandestinement surtout au niveau des zones rurales.

j- Agriculture :

- Quelques indicateurs [370]

Superficie agricole totale (SAT)	175 945 ha
Superficie agricole utile (SAU)	125 010 ha
Principales productions végétales (2019/2020) :	
- Céréales	2 172 000 Qx
- Fourrages	738 132 Qx
- Maraichages	608 495 Qx
- Arboriculture	141 337 Qx

Tableau 11 : Indicateurs de l'agriculture, Wilaya Constantine, 2020

	Unités	Données
Superficie agricole totale	Ha	175 945
SAU totale	Ha	125 010
S.A.U irriguée	Ha	2 735
Superficie des zones - Alfa	Ha	0
Superficie phoëniciculture (dattes)	Ha	0
Ovins	Nbre	148 172
Bovins	Nbre	41 705
Caprins	Nbre	10 226
Camelins	Nbre	0
Aviculture (nombre de batteries)	Nbre	30
Superficie forestière	Ha	28 074
Taux de boisement	%	12,84
Laiteries	Nbre	7
Production laitière (Par an)	HL	885 195
SAU totale / Superficie agricole totale	%	71,05
SAU irriguée / SAU totale	%	2,19
Superficie des zones Alfa / superficie de la wilaya	%	0
Produits	Unité de mesure	Quantités produites/an
Céréales	Qx	2 172 000
Production laitière	1000L	86 141,85
Viande blanche	Qx	123 182

Source : Direction des Services Agricoles

2.5. Systèmes d'élevage bovin :

En Algérie, l'élevage bovin joue un rôle économique et social important. Il assure une bonne partie de l'alimentation humaine par la production laitière d'une part et la production de la viande rouge d'autre part. Il est caractérisé par la production mixte (lait, viande) qui domine les systèmes de production, cette diversité des produits bovins favorise la diversité des revenus et par conséquent la durabilité des systèmes de production [311]. Il connaît une multitude de contraintes qui freinent son développement, notamment l'insuffisance des ressources fourragères dont les superficies fourragères estimées à 785 000 ha, [312] ne représentent que 9,2% de la SAU nationale ; les conditions hydro-pédo- climatiques ; la concurrence entre le marché de la viande et le marché du lait ; le niveau de compétence des éleveurs, et la petite taille des exploitations laitières dont 99% des exploitations laitières sont de type familial et traditionnel [313]. Par conséquent un faible rendement laitier ne pouvant pas couvrir les besoins de la population nationale dont la consommation laitière n'a pas cessé d'augmenter depuis les premières années de l'indépendance.

En effet, celle-ci passe de 35 litres- équivalent-lait par an et par habitant en 1967 à plus de 150 litres en 2016 (MADR, 2018 cité par Lazreg et al, 2020).

Dans le but de satisfaire les besoins croissants en consommation laitière, L'état algérien est contraint de réaliser un développement global et durable de l'élevage bovin laitier. Le cheptel bovin algérien est constitué de trois types distincts : Bovin Laitier Moderne « BLM », localisé dans les plaines littorales et les zones telliennes du nord, élevé en système intensif ; le Bovin Laitier Amélioré « BLA » situé dans l'EST et le Centre du pays, dans les régions de piémonts conduit en système semi intensif et le Bovin Laitier Local « BLL » de type familial élevé en système extensif. L'élevage en Algérie ne constitue pas un ensemble homogène [314], donc selon les types d'élevages on peut distinguer trois grands systèmes de production bovine :

2.5.1. Système « extensif » :

Le bovin conduit par ce système, est localisé dans les régions montagneuses et son alimentation est basée sur le pâturage [315]. Ce système de production bovine en extensif occupe une place importante dans l'économie familiale et nationale [314]. Cet élevage est caractérisé par un très faible niveau d'investissement et d'utilisation d'intrants

alimentaires et vétérinaires. Il est basé sur un système traditionnel de transhumance entre les parcours d'altitude et les zones de plaines. Il concerne les races locales et les races croisées et correspond à la majorité du cheptel national [316]. Le système extensif est orienté vers la production de viande (78% de la production nationale), il assure également 40% de la production laitière nationale [310]

2.5.2. Système « semi intensif » :

Il est marqué par un niveau d'investissement souvent assez faible en bâtiments et équipements d'élevage et par un recours plus important à des intrants alimentaires et vétérinaires que dans le cas des systèmes extensifs. Les animaux moins dépendants des ressources naturelles et de l'espace que ceux qui sont élevés dans un système extensif ne s'éloignent pas du lieu de production. Ce système est localisé dans l'Est et le Centre du pays, dans les régions de piémonts. Il concerne le bovin croisé (local avec importé) [369]. Ce système est à tendance viande mais fournit une production laitière non négligeable destinée à l'autoconsommation et parfois, un surplus est dégagé pour la vente aux riverains. Jugés médiocres en comparaison avec les types génétiques importés, ces animaux valorisent seuls ou conjointement avec l'ovin et le caprin, les sous-produits des cultures et les espaces non exploités. Ces élevages sont familiaux, avec des troupeaux de petite taille [317]. La majeure partie de leur alimentation est issue des pâturages sur jachère, des parcours et des résidus de récoltes et comme compléments, du foin, de la paille et du concentré [369]. Le recours aux soins et aux produits vétérinaires est assez rare [317].

2.5.3. Système intensif

Il est caractérisé par un haut niveau d'investissement en infrastructures d'élevage, une utilisation importante d'intrants alimentaires et vétérinaires. Les animaux ne dépendent que peu de ressources naturelles. L'élevage est conduit comme une véritable entreprise. La conduite de ce système montre clairement la tendance mixte des élevages. En effet, les jeunes sont dans la majorité des cas gardés jusqu'à 2 ans et au-delà, le sevrage est tardif, l'insémination artificielle n'est pas une pratique courante et les performances de production et de reproduction sont loin des aptitudes du matériel génétique utilisé. Les troupeaux sont généralement d'effectifs moyens à réduits et entretenus par une main d'œuvre familiale. L'alimentation est à base de foin et de paille achetés. Un complément en concentré est

régulièrement apporté. Les fourrages verts sont assez rarement disponibles car dans la majorité des élevages bovins, l'exploitation ne dispose pas ou dispose de très peu de terres [317]. Ce type de système fait appel à une grande consommation d'aliments, une importante utilisation des produits vétérinaires ainsi qu'à des équipements pour le logement des animaux [369]. Le système intensif concerne principalement les races améliorées. Ce type d'élevage orienté vers la production laitière est localisé essentiellement dans les zones littorales. La taille des troupeaux est relativement faible 6 à 8 vaches laitières par exploitation. Le système intensif représente 30% de l'effectif bovin et assure près de 20 % de la production bovine nationale [310].

3. Méthodes de lutte et de surveillance de la Brucellose :

3.1. Dépistage de la Brucellose humaine et animale

3.1.1 Tests de dépistage utilisé chez l'homme :

Le dépistage repose sur la **Sérologie** : Plusieurs techniques utilisées :

1. La séro-agglutination de Wright, qui est la technique de référence de l'OMS (dosage des anticorps spécifique) est le plus fréquemment réalisé).
2. La méthode du rose de Bengale,
3. La méthode ELISA qui détectent IgM et IgG,

Ces techniques visent à mettre en évidence des immunoglobulines spécifiquement dirigées contre *Brucella*. Mais il existe des réactions croisées entre *Brucella* spp et autres espèces bactériennes (en particulier *Yersinia enterocolitica*).

3.1.2. Tests de dépistage utilisés chez l'animal :

1- Epreuve à l'antigène tamponné : L'épreuve à l'antigène tamponné (EAT), dénommé le test au rose Bengale recherche dans le sérum des anticorps dirigés contre les bactéries du genre *brucella* naturellement en phase lisse (*B. abortus*, *B. melitensis*) par l'épreuve à l'antigène tamponné.

Références et Normes : Recueil des méthodes standardisées en sérologie de L'INMV. (Prospectus selon le fournisseur POURQUIER).

Antigène coloré au Rose Bengale : est un antigène du commerce à usage vétérinaire, agréé par le Ministère de l'agriculture exclusivement, à conserver selon les indications du fabricant.

2- Ring test :

Objet : Recherche dans le lait des anticorps dirigés contre les bactéries du genre brucella par la technique de Ring Test. (Le lait à tester conservé à +4°C).

Domaine d'application : Cette technique est utilisable sur lait cru et frais de bovin uniquement (le Ring Test des laits de chèvres et de brebis est peu demandé).

Principes : Le Ring Test est une réaction d'agglutination entre les anticorps contenus dans le lait et les bactéries colorées de l'antigène. Lorsque les corps bactériens colorés sont mis en présence de lait contenant des anticorps spécifiques, il se forme des complexes antigènes anticorps qui sont progressivement entraînés par la matière grasse à la surface du lait et forment un anneau bleu violet.

3- Recherche d'anticorps contre la brucellose par la micro méthode de fixation du complément :

Objet : Rechercher dans le sérum des anticorps dirigés contre les bactéries du genre brucella naturellement en phase lisse (B. abortus, B. Melitensis) par fixation du complément.

Référence :- Recueil des méthodes standardisées en sérologie de L'INMV. Prospectus selon le fournisseur POURQUIER.

4. Surveillance épidémiologique de la brucellose.

4.1. Généralités :

La surveillance de la santé des populations est devenue depuis des années une discipline médicale et scientifique sur laquelle se construisent les stratégies de santé publique, cette démarche s'est progressivement développée pour être désormais au cœur du processus de décision dans les politiques de santé. Le contrôle efficace des phénomènes de santé est fondé sur une surveillance efficace. Pour pouvoir agir sur les phénomènes de santé prioritaires, il est essentiel de pouvoir disposer d'un système national de surveillance des phénomènes de santé qui fonctionne efficacement.

Ce système représente un élément-clé de la prise de décision en matière de santé publique pour tous les pays, permet l'identification des priorités, la planification, la mobilisation et l'allocation des ressources, la prédiction et la détection précoce des épidémies, la

surveillance continue et l'évaluation des programmes de prévention et de lutte contre les maladies. L'élaboration et le renforcement des systèmes de surveillance demandent un engagement important et à long terme en ressources matérielles et humaines, et commencent habituellement par une évaluation systématique des activités de la surveillance.

4.2. Définitions :

4.2.1. La surveillance épidémiologique :

La surveillance est un dispositif de recueil, d'enregistrement, de traitement, d'analyse et de diffusion des données relatives aux événements sanitaires et à l'environnement.

Elle consiste en la collecte systématique continue, l'analyse, l'interprétation des données sanitaires, afin d'élaborer, de mettre en place et d'évaluer les programmes de santé publique ainsi que la diffusion rapide des données de santé. Cette action de surveillance, de contrôle et d'alerte des événements de santé est essentielle à la pratique de la santé publique visant l'amélioration de la santé des populations.

4.2.2. La surveillance des maladies transmissibles :

La surveillance permet de connaître l'incidence et les caractéristiques d'une maladie infectieuse le cas de la brucellose, d'étudier la dynamique de diffusion sociale, temporelle et spatiale et d'en prédire l'extension, de disposer de système et d'indicateurs d'alerte d'épidémie; d'intervenir lors d'une épidémie pour interrompre la chaîne de transmission, de connaître les facteurs de risque des infections afin de proposer les mesures de prévention et des recommandations les plus adaptées et d'évaluer les actions de prévention.

4.2.3. Les Maladies à Déclaration Obligatoire (MDO) :

Les MDO par leur caractère potentiellement épidémique, sont considérées comme relevant de la santé publique et le praticien de santé publique quel que soit son statut et son lieu d'exercice est tenu de déclarer les MDO aux autorités sanitaires concernées.

La déclaration permet en effet de mesurer l'évolution de l'incidence, de détecter des regroupements de cas et des tendances épidémiologiques, d'identifier les groupes à risque et d'intervenir précocement pour limiter la transmission de certains agents infectieux au niveau local, régional, national ou international (RSI).

4.2.4. Législation : La brucellose, maladie à déclaration obligatoire :

En Algérie, les premiers textes réglementant la déclaration des maladies sont publiés en décembre 1962 par le Ministère de la santé publique, service de L'hygiène publique.

Des nombreux textes réglementent la déclaration de cette maladie :

- Le système de surveillance des maladies transmissibles mis en place en 1979 a inclus pour la première fois la brucellose dans la liste des maladies à déclaration obligatoire.
- La circulaire 912/MS/DPG du 17 Mai 1982 apportant des informations supplémentaires sur le mode de notification et de surveillance des maladies transmissibles
- L'arrêté N° 179 /MS/CAB du 17 Novembre 1990 fixant la liste des maladies à déclaration obligatoire et les modalités de notification
- La circulaire N° 1126/MS/DP/SDPG du 17 Novembre 1990 relative au système de surveillance des maladies transmissibles.
- L'arrêté Ministériel N° 133 du 30 Décembre de l'année 2013 publié le 05 Mai 2014, modifiant et complétant la liste des MDO fixées par l'arrêté N° 179 du 17 Novembre 1990.
- Décret exécutif N°22-250 de l'Aouel Dhou El Hidja 1443 correspondant à Juin 2022 fixant la liste des maladies transmissibles soumises à déclaration obligatoire.

▪ **Modalités de la déclaration :**

La brucellose humaine figure parmi les MDO de la catégorie I mises sous surveillance Nationale [369, 370, 371]. Les cas probables et confirmés de Brucellose humaine doivent être signalés dans les plus brefs délais aux services d'épidémiologie et de Médecine Préventive (SEMEP) CHU, SEMEP territorialement compétent, de l'EPSP, EPH ou du C.H.U, à la Direction de la Santé Publique, au Ministère de la santé et à L'institut National de santé publique Alger [370, 371, 372].

La déclaration des cas se fait sur un imprimé préétabli conçu à cet effet par la direction de la prévention du Ministère de la santé et de la population [370].

Ce relevé comprend un certain nombre de variables : nom, prénom, âge, sexe, origine géographique, maladie confirmée à la définition du cas :

4.2.5. Définition d'un cas de Brucellose :

Pour répondre aux définitions de cas, la maladie chez les personnes doit non seulement être accompagnée de signes cliniques, mais doit également être confirmée par des tests sérologiques ou en isolement conformément à la définition de cas de l'OMS

Définition de cas de Brucellose (Recommandation Algérienne 2018) [366] :

- **Cas probable** : Toute personne répondant aux critères **cliniques** et présentant un lien **épidémiologique**.
- **Cas confirmé** : toute personne répondant aux critères cliniques et aux critères du **laboratoire**.

❖ **Critères cliniques :**

Toute personne présentant de la **fièvre**, ET au moins un des signes suivant :
Sueurs (abondantes, malodorantes surtout nocturnes), **frissons**,
syndrome **algique** (arthralgie, céphalée), **asthénie**

❖ **Critères épidémiologiques :**

Au moins un des trois liens épidémiologiques suivants :

Exposition à des aliments contaminés : produits laitiers non pasteurisés

Exposition à des produits animaliers contaminés : sécrétions, organes, placenta,
tissus dans un cadre professionnel ou autre

Exposition à des produits de culture bactérienne ou inhalation de
poussières/aérosols contaminés dans un contexte professionnel ou autre.

❖ **Critères laboratoire :**

Au moins un des deux critères suivants :

Isolement de Brucella spp. à partir d'un échantillon clinique

Détection de la Formation d'anticorps spécifiques de Brucella (Wright, Rose
Bengale, IFI)

Tableau 12 : Définition de cas de Brucellose selon l’ECDC :

Définition de cas de l’ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control)¹	
<u>Critères de diagnostic</u>	<p>Critères cliniques : Toute personne présentant de la fièvre, ET au moins un des sept symptômes suivants : sueurs (abondantes, malodorantes, surtout nocturnes), frissons, arthralgie, faiblesse, dépression, céphalées, anorexie.</p> <p>Critères de laboratoire : Au moins un des deux critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Isolement de <i>Brucella spp.</i> à partir d’un échantillon clinique ; - Formation d’anticorps spécifiques de Brucella (test d’agglutination standard, test de fixation du complément, test ELISA). <p>Critères épidémiologiques : Au moins un des quatre liens épidémiologiques suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposition à des aliments contaminés/de l’eau de boisson contaminée ; - Exposition à des produits dérivés d’un animal contaminé (lait ou produits laitiers) ; - Transmission de l’animal à l’homme (sécrétions ou organes – tels que l’écoulement vaginal et le placenta – contaminés) ; - Exposition à une source commune.
Cas possible	N/A.
Cas probable	Toute personne répondant aux critères cliniques et présentant un lien épidémiologique.
Cas confirmé	Toute personne répondant aux critères cliniques et aux critères de laboratoire.

¹ European Centre for Diseases Prevention and Control:
http://eur-lex.europa.eu/l_exUriServ/l_exUriServ.do?uri=OJ.L:2008:159:0046:0090:FR:PDF

4.3. Surveillance de la Brucellose animale :

Selon le décret exécutif n°95-66 du 22 février 1995. Fixant la liste des maladies animales à déclaration Obligatoire, La brucellose figure sur liste des MDO chez l’animal.

4.4. Les nouvelles approches de surveillance des événements de santé (la Brucellose) :

Les taux d’incidence de la brucellose humaine ne sont pas uniformément répartis entre les communes et les localités de la Wilaya de Constantine. La connaissance des schémas spatiaux de la brucellose humaine est très utile pour la prévention et le contrôle de la maladie.

L’application du système d’information géographique (SIG) permettra l’application des nouvelles méthodes de collecte, d’enregistrements et des nouvelles méthodes d’analyse exploratoire des données spatiales (ESDA), qui apparaissent comme des approches utiles pour parvenir à la compréhension de la distribution de la maladie.

L’ESDA est un ensemble de techniques utilisées pour décrire et visualiser les distributions spatiales, identifier les emplacements atypiques ou les valeurs spatiales aberrantes, découvrir des modèles d’association spatiale, des grappes ou des points chauds, et suggérer des modèles spatiaux ou d’autres formes d’hétérogénéité spatiale.

Les méthodes peuvent être appliquées par les acteurs de la santé humaine et animale pour surveiller les variations spatiales des taux de la maladie (l'épidémiologie spatiale de la maladie) , ce qui peut aider les responsables de la santé à concevoir des programmes de contrôle et de prévention plus spécifiques aux lieux en tenant comptes des influences de l'environnement et des facteurs qui ont des spécificités spatiales locales.

5. Le Système d'Information Géographique (SIG) :

5.1.Généralités

L'utilisation des SIG et des technologies cartographiques dans le domaine de la santé publique est en pleine expansion. Les maladies, les ressources ainsi que tous les événements de santé publique peuvent être cartographiés et mis en relation avec l'environnement et les infrastructures sanitaires et sociales existantes. La mise en commun d'informations cartographiées est un outil puissant pour la surveillance et la gestion des priorités en santé publique.

Il est désormais possible d'évaluer et d'analyser le lien spatial existant entre les facteurs affectant la santé publique et les obstacles rencontrés lors de la mise en œuvre des programmes d'élimination et / ou d'éradication de certaines maladies, qui ont une importante charge de morbidité et des lourdes conséquences sanitaires et socioéconomiques.

Les progrès récents des technologies de l'information géographique et de la cartographie offrent de nouvelles perspectives pour les décideurs en santé publique pour améliorer la planification, l'analyse, la surveillance et la gestion des systèmes de santé.

La cartographie de la santé a évolué depuis celle des décès dus au choléra du Dr John Snow au milieu du XIXe siècle à la dernière cartographie basée sur le partage des données sur Internet.

En effet, le Dr John Snow a utilisé la puissance de la cartographie pour identifier la source d'une épidémie de choléra à Londres. La carte qu'il a créée en fonction des lieux de décès dus au choléra lui a permis de déceler un modèle manifeste que personne n'avait encore remarqué et d'identifier finalement la source de l'épidémie. Même s'il n'était pas cartographe, il est largement perçu comme un pionnier dans la cartographie pour l'étude de l'épidémiologie des maladies.

Le SIG (système d'informations géographiques) permet de comparer et d'analyser des données géographiques pour identifier les modèles. En 1854, bien que le terme SIG n'existait pas, la carte des décès dus au choléra de John Snow lui a permis de poser des questions et de résoudre des problèmes, comme nous le faisons actuellement avec les SIG.

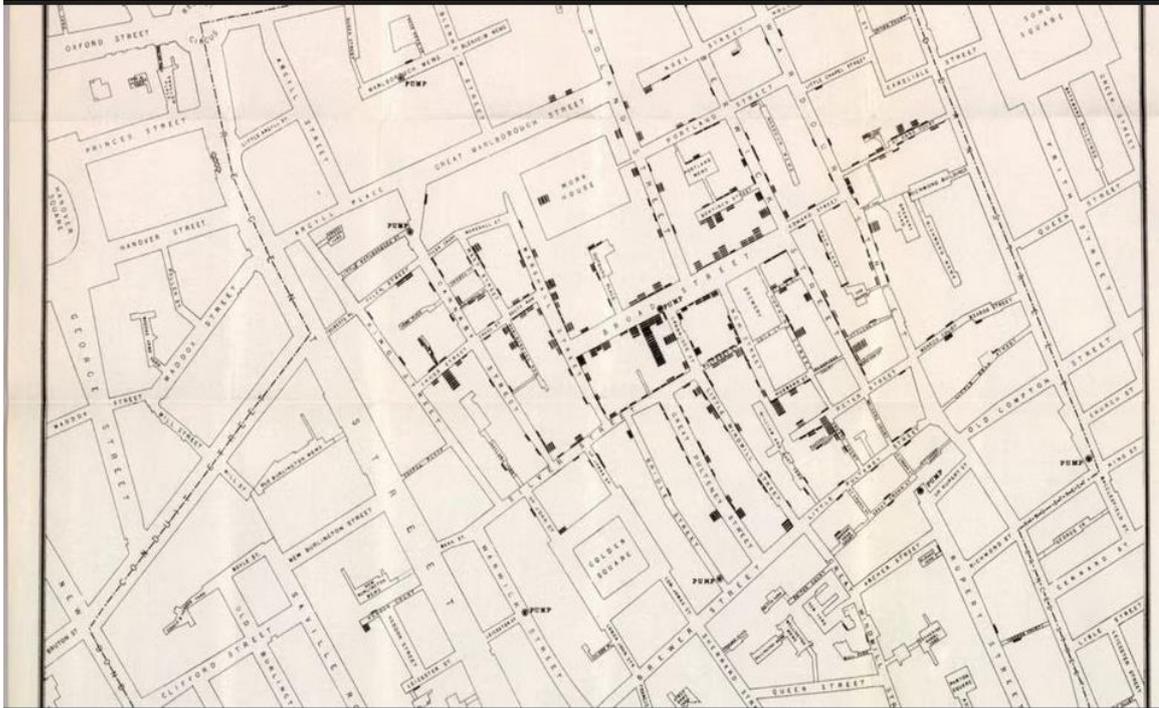


Figure 21 : Carte de John Snow sur l'épidémie de choléra à Soho, Londres, en 1854

David Rumsey Historical Map Collection par Dario Ingiusto

Étant donné qu'une grande partie des données utilisées et générées par les agences de santé et de services sociaux ont une dimension spatiale, le système d'information géographique (SIG) est particulièrement utile aux professionnels de la santé et aux administrateurs dans la planification et la gestion quotidienne des activités de santé [374].

Un SIG typique comprend une collection organisée de matériel informatique, de logiciels, de données géographiques et de personnel, conçue pour capturer, stocker, mettre à jour, analyser et afficher efficacement toutes les formes d'informations à référence géographique.

Chaque élément d'information est lié par des coordonnées géographiques spécifiques type la latitude et longitude à une entité géographique comme par exemple un centre de santé, une école, un barrage, une ferme, une zone de pâturage, une voie de drainage et une localité type Mechta, village ou encore un état.

Les informations peuvent être affichées sous forme de cartes, de graphiques, de diagrammes et de tableaux. Malgré l'énorme potentiel du SIG, le secteur de la santé en Algérie ne l'a pas pleinement exploré. Les services de santé et des organismes de recherche en santé publique ne disposent pas du matériel, de logiciels ou de personnel qualifié qui leur permettrait d'appliquer la technologie SIG, alors qu'à l'opposé l'intérêt pour les SIG s'est accru. De nombreuses organisations de santé, telles que le Malaria Research Centre, le DANLEP et le Vector Control Research Centre, explorent l'utilité potentielle du SIG dans la recherche médicale, le contrôle des maladies transmissibles et dans le suivi et la gestion des épidémies.

5.2. Evolution Chronologique du SIG

5.2.1. Définitions : On note Plusieurs Définitions :

Qu'est-ce qu'un SIG ?

Le mot SIG signifie "systèmes d'information géographique". C'est la traduction de l'acronyme anglais GIS, qui signifie à la fois :

- GeographicInformationSystems.et
 - Geographic Information Science
1. Un type particulier de système d'information dont la base de données contient des informations reliées à des entités physiques, des activités ou des événements localisés et assimilables aux formes géométriques de points, de lignes et de zones. Un SIG gère les informations spécifiques à ces points, lignes et zones pour extraire les données requises afin de réaliser des recherches et des analyses spécialisées. **(Dueker, 1979)**.
 2. Un ensemble puissant d'outils pour saisir, conserver, extraire, transmettre et afficher les données spatiales décrivant le monde réel. **(Burrough, 1986)**.
 3. Les SIG comportent trois types de composantes : technologiques (matériel et logiciel), informatives (bases de données géographiques et associées) et infrastructurelles (personnel, installations, services de support). **(Dickinson et Calkins, 1988)**.
 4. Un ensemble de procédures utilisées pour conserver et traiter de l'information à référence géographique. **(Aronoff, 1989)**.
 5. . Une structure institutionnelle qui utilise la technologie des SIG pour gérer une banque de données et exercer son mandat spécifique avec un financement stable et continu. **(Carter, 1989)**

6. Un SIG est un système informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler, d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace. (**Société française de photogrammétrie et télédétection, 1989**)
7. Un Système d'informations géographiques (SIG) est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace ». **Cette Définition a été adoptée par le comité scientifique du colloque intégration de la photogrammétrie et de la télédétection dans les SIG SFTT, Strasbourg 1990**.
8. En plus simple le Système d'information géographique (SIG) est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire des synthèses utiles à la décision. (**M Didier, Etude du CNIG, 1990**).
9. Un SIG est un système d'information particulier permettant de communiquer et de traiter de l'information géographique, c'est à dire, une information qui décrit le monde terrestre. (**Denùgre. Salgô. Les systèmes d'informations géographiques. 2004**)
10. Une définition plus technique :

Un SIG est un système composé de matériel informatique et de logiciels utilisé pour la récupération, le stockage, l'analyse et la représentation graphique de données géographiques (visualisation).

Les caractéristiques spatiales sont stockées dans un système à **coordonnées (latitude/longitude)**, qui définit un lieu précisément sur la terre.

Des éléments descriptifs stockés sous forme de tableau sont associés aux caractéristiques spatiales. Les données spatiales et leurs éléments descriptifs, associés dans un système de coordonnées commun, peuvent être utilisés ensemble pour des analyses et des cartographies, **dans un** même système de coordonnées.
11. La plus acceptée des définitions a été formulée par la FICCDC (**Fédéral Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography**) (1988), qui définit les SIG comme : "Un système formé d'ordinateurs, de logiciels, et de procédés conçus pour permettre :
 - a. le recueil,
 - b. la gestion,
 - c. l'analyse

- d. l'affichage, de données référencées spatialement, afin de résoudre des problèmes complexes de planifications et de gestion."

Les SIG constituent un excellent moyen de collecte, de mise à jour, de stockage, de gestion, et d'intégration **sur un** plan géographique d'une énorme quantité de données de la surveillance épidémiologique des maladies et autres informations provenant d'autres sources tel que les données démographiques (ONS).

Ils permettent de créer des cartes thématiques et l'exploration des caractéristiques statistiques des profils spatiaux et la modélisation structurée du rapport entre les variables prévisionnelles et les variables réponses qui peuvent donner des renseignements très utiles à l'amélioration de la coordination entre différents secteurs concernés et apporte une aide aux décideurs dans la prise des décisions adéquates en temps réel.

5.2.2. Historique :

On distingue trois périodes principales dans l'évolution des Systèmes d'Information Géographique :

1. Les débuts fin des années 1950– milieu des années 1970 :

- Début de l'ère de l'informatique, premières cartographies automatiques ;
- applications militaires,
- Études des ressources naturelles,
- systèmes d'information urbains
- Développement de systèmes en mode raster
- Développement de la géométrie algorithmique
- Montée en puissance des ordinateurs
- Systèmes de dessin industriel en mode vecteur
- Développement de systèmes de cartographie automatique
- Développement de la télédétection spatiale

2. Milieu des années 1970- début des années 1980 : la consolidation

- Larges bases de données et développement de la théorie des bases de données (modèle relationnel)
- Développement de l'interactivité graphique et des stations de travail (SUN, APOLLO)
- Développement des SIG (vecteur-raster, statistique, cartographie, etc.)

- diffusion des outils de cartographie automatique/SIG dans les organismes d'État (armée, cadastre, services topographiques, ...)
- 3. Depuis les années 1980**, croissance du marché des logiciels, développements des applications sur PC, mise en réseau (bases de données, distribuées).
- 4. Les années 1990 : la diffusion**
 - Industrialisation et diffusion de la technologie SIG
 - Les micro-ordinateurs remplacent les stations de travail
 - Développement du matériel graphique à bas prix
 - Intégration de données de sources différentes (télédétection aérienne et spatiale, GPS)
 - Applications dans tous les domaines ayant des liens avec la localisation, dont la santé
 - Diffusion des applications sur Internet et une banalisation de l'usage de l'information géographique (cartographie sur Internet, calcul d'itinéraires routier, apparition de « logiciels libres »).
- 5. Les années 2000**
 - Représentation de la connaissance et schématisation du monde réel
 - SIG 3D, gestion du temps
 - Animations graphiques, simulations et modélisations
 - SIG et Internet : consultation
 - SIG et Internet : diffusion de données, métadonnées, gratuits
 - Open source
 - logiciels et matériels : Logiciels légers sur ordinateurs personnels : cartographie statistique, systèmes raster, cartographie automatique élémentaire
 - Systèmes plus sophistiqués plutôt dédiés à l'édition cartographique (Inter graph, MicroStation, Autocad...)
 - SIG généralistes (Mapinfo, ArcGIS, SavGIS, svSIG, qGIS...)
 - Logiciels spécialisés dans un domaine (géologie, hydrologie, océanographie, télédétection...).

5.2.3. Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés :

Les SIG sont utilisés pour gérer et étudier une gamme très diversifiée de phénomènes et de réseaux de phénomènes. Citons cependant :

- Génie civil
- Gestion de l'environnement et aménagement du territoire
- Cartographie statistique
- Urbanisation et gestion urbaine, cadastres
- Gestion côtière
- Océanographie
- Santé
- Télécommunications
- Risques naturels
- Biologie (études du déplacement des populations animales)
- Agriculture
- Hydraulique
- L'urbanisme
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- Géologie (prospection minière)
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)
- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Marketing (localisation des clients, analyse du site)
- Planification urbaine (cadastre, POS, voirie, réseaux assainissement)
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles).

5.2.4. L'intérêt de l'application du SIG dans le domaine de la Santé :

L'analyse spatiale et la cartographie appliquées à l'épidémiologie sont connues depuis longtemps, remontant aux premières cartes établies par un pionnier, le **Dr John Snow** en 1859 pour tracer l'origine de l'épidémie de choléra à Londres.

Depuis des cartes simples ont été utilisées pour suivre la propagation des maladies, déterminer les endroits touchés (foyers à risque) ainsi qu'estimer le risque épidémique.

La fin des années 90 a vu une expansion considérable de l'utilisation du système d'information géographique (SIG), des technologies d'échanges d'informations et de cartographiques dans le domaine de santé publique.

La cartographie des états de santé pour la géographie de la santé.

L'analyse spatiale pour l'épidémiologie et la recherche des relations santé-environnement.

La modélisation des phénomènes d'émergence et de diffusion.

La préparation d'enquête de terrain.

L'optimisation des ressources médicales et du système de santé donc l'utilisation du SIG dans le domaine de la santé est assez récente et permet aux autorités sanitaires et aux épidémiologistes d'améliorer et de faciliter leurs travaux de surveillance et/ou de planification.

5.2.5. SIG : Epidémiologie et environnement :

Les données épidémiologiques et environnementales se prêtent particulièrement à l'analyse par les SIG, en raison de la diversité des sources.

Exemple1 : certaines maladies en l'occurrence les pathologies respiratoires et la pollution On peut ainsi mettre en évidence des relations entre certains polluants, certaines sources polluantes et certaines maladies, en tenant compte de facteurs météorologiques (vents dominants, précipitations, température, humidité...), topologiques (altitude, exposition dominante), d'habitat, socio-économiques...

Exemple2 : La bilharziose, pour laquelle existe un atlas de répartition mondiale, bénéficie actuellement grâce à l'OMS de ce type d'approche, afin de déterminer les conséquences éventuelles de changement de l'écosystème (déforestation, construction d'un barrage) sur l'incidence de la maladie.

5.2.6. SIG : Accès aux services de santé :

L'accès aux services de santé et aux centres de prestation de soins désigne la capacité d'une population à obtenir un ensemble spécifié de services de soins de santé [375]. Élaborer et rendre disponible des cartes pour identifier les emplacements des services de santé, ce que l'on appelle la cartographie des services de santé, elle comprend l'identification des modèles d'établissements, des types de service en rapport avec les établissements humains, et la proximité de centres de soins de santé primaires, des services secondaires et tertiaires. Les facteurs cartographiables tels les distances entre les établissements humains et les services de santé (hôpitaux, centres de soins de santé primaires, station d'urgence) les

infrastructures routières et les types de transport disponibles influencent grandement l'accessibilité des services de santé.

5.2.7. SIG : Situations d'urgence et catastrophes :

Établir la cartographie des emplacements des catastrophes naturelles ou d'origines humaines potentielles pour renforcer l'alerte précoce et l'analyse de la vulnérabilité est une des applications SIG les plus anciennes.

Les activités de cartographie à l'appui de la planification, de la riposte aux situations d'urgence et de la prise de décision dépendent de la mise à disposition systématique des informations concernant les sources potentielles de risque et les catastrophes ainsi que leurs emplacements probables.

- L'identification des méthodes permettant d'accéder à ces emplacements et la définition des populations et des services de santé qui les entourent peuvent faciliter la gestion des catastrophes et aider à atténuer leur impact.

5.2.8. L'apport des SIG à la surveillance épidémiologique :

- Le SIG est un excellent moyen de collecte, de mise à jour, de stockage, de gestion, et d'intégration sur un plan géographique d'une énorme quantité de données de la surveillance épidémiologique des maladies et d'autres informations provenant d'autres sources tel que les données de morbidité et de mortalité provenant de la structure de base publique et / ou privée, des services d'hospitalisation médico-chirurgicales, des bureaux des entrées, d'un EPH , EHU et CHU aux services de surveillance épidémiologique de l'INSP et de la Direction de la prévention Ministère de la santé sans oublier les données constituant notre dominateur (données démographiques) provenant de l'ONS , des communes,..... .
- L'épidémiologie et plus particulièrement l'épidémiologie surveillance, ont pour objectif de décrire la distribution d'une maladie dans une population bien définie et dans un bassin géographique bien déterminé afin de pouvoir prendre les mesures de lutte appropriées et/ou émettre des hypothèses sur son origine ou ses risques de diffusion.
- Un système d'information géographique (SIG) est un outil qui permet la représentation géographique des données. Couplé à la base de données d'un réseau d'épidémiologie surveillance, le SIG permet de cartographier :

- les foyers déclarés pour une maladie ainsi que leur évolution dans le temps et dans l'espace.
- Il permet également de visualiser clairement la population humaine et animale à risque ainsi que les moyens d'intervention éventuellement disponibles sur le terrain.
- En permettant la construction et l'actualisation facile et rapide de cartes représentant une situation sanitaire mise en évidence par un réseau d'épidémiologie surveillance, le SIG met à disposition des responsables publics de la santé humaine et animale des éléments déterminants pour prendre des décisions pertinentes et efficaces.
- Ils permettent de créer des cartes thématiques et l'exploration des caractéristiques statistiques des profils spatiaux et la modélisation structurée du rapport entre les variables prévisionnelles et les variables réponses qui peuvent donner des renseignements très utiles à améliorer la coordination entre différents secteurs concernés et aident à convaincre les décideurs à prendre les décisions adéquates en temps réel.
- Maîtriser un système d'information géographique devient ainsi une priorité pour ceux qui ont à gérer et à analyser des données de nature épidémiologique, ainsi que pour les services chargés de gérer l'intervention sanitaire sur le terrain.

5.2.9. L'intérêt de l'application du SIG dans la surveillance épidémiologique des maladies animales particulièrement les zoonoses :

Dans l'épidémiologie vétérinaire, l'avantage de la cartographie des emplacements des fermes et d'autres installations particulièrement les établissements sanitaires des Bovins laitiers est important. Lors d'une éclosion d'une maladie, il pourrait rendre la gestion de la situation plus facile, et il pourrait aussi fournir un outil pour évaluer les différentes stratégies visant à prévenir la propagation des maladies infectieuses (contagieuses) émergentes ou ré émergentes. Ce travail, vise à décrire et donner un aperçu des possibilités et des utilisations possibles d'un système d'information géographique (SIG) dans le domaine de la surveillance et de contrôle des maladies animales à déclaration obligatoire le cas de la brucellose.

Les SIG et SIG-fonctions spéciales peuvent être appliqués dans les stratégies d'enregistrement et d'information de rapports quotidiens, situations d'urgence épidémique,

l'analyse de la grappe, modélisation de la propagation de la maladie animale, de contrôle de la planification et de l'évaluation des différentes actions entreprises.

On décrit différentes sources de données : données géographiques, données de recensement, les lieux d'exploitation et informations sur la brucellose sont utilisées dans le développement du SIG.

Le SIG a été appliqué à l'étude de l'épidémiologie et de la surveillance des maladies animales.

La valeur significative des SIG dans ces domaines a été démontré dans plusieurs pays tel que la Norvège, la chine, ...etc et en même temps, l'intégration des SIG dans ce domaine a montré les contraintes relatives à la disponibilité des données, ce qui devrait encourager l'amélioration de l'enregistrement des données aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif.

5.3. Composantes, structure et fonctionnalités du SIG

5.3.1. Concepts de base d'un SIG :

Le terme "Système d'information géographique" (SIG) désigne un système spécifiquement conçu pour traiter conjointement l'information graphique et attributive.

Les données spatiales sont généralement sous forme de couches d'information issues de carte thématique (voir figures numéro 34), qui peuvent décrire entre autres :

La topographie, la disponibilité en eau, la nature du sol, le couvert végétal, le climat, la géologie, la population, la couverture sanitaire, l'accessibilité aux soins, l'agriculture, la propriété foncière, les bornes administratives ou bien encore les infrastructures (hôpitaux, polycliniques, salles de soins, points d'eau, réseaux d'eau potable, réseaux d'assainissements, les écoles, routes, voies ferrées, réseau électrique, etc.).

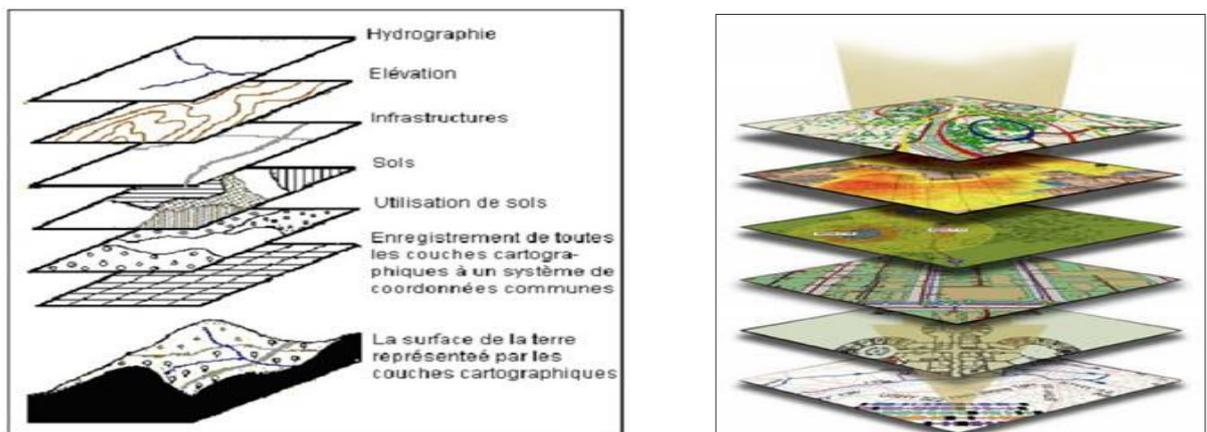


Figure 22 : couches d'information issues de carte thématique

www.adeus.org

5.3.2. Principales composantes d'un SIG

Un SIG comporte au moins sept composantes :

1. Une base de données à caractère spatiale et thématique : un type particulier de base de données permettant de gérer des objets associant des données descriptives à une entité physique localisée.
 - Un système de représentation cartographique.
 - Un système de saisie numérique
 - Un système de la base de données géographique : Un outil de stockage et de gestion d'informations spatialisées
2. Un Système de traitement d'images.
3. Un système d'analyse statistique : une application informatique permettant l'analyse et la cartographie à partir d'une base de données spatialisées
4. Une approche intégrant un ensemble technologique (logiciel), informatif (données géographiques) et une méthodologie précise.

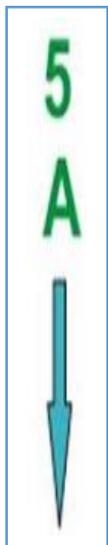


Figure 23 : Les principales composantes d'un SIG

5.3.3. Fonctionnalités d'un SIG : les 5 A.

Les systèmes d'information géographique peuvent être constitués pour répondre à différentes demandes. Comme le système universel n'existe pas. Il faut les adapter selon les objectifs fixés.

Toutefois ils ont en commun des fonctionnalités que l'on retrouve dans chaque système regroupées en 5 familles sous le terme des « 5A » pour : **A**bstraction. **A**cquisition. **A**rchivage. **A**ffichage et. **A**nalyse Ces termes résument les fonctionnalités que tous les systèmes doivent assurer mais cachent leur diversité : différents modèles mis en œuvre, nombreuses applications, présentations multiples des données, variété des informations et capacités de stockage.



1. **Abstraire** : Concevoir un modèle qui organise les données par composants géométriques " J " et par attributs descriptifs ainsi qu'à établir des relations entre les objets. (modélisation de l'information).
2. **Acquérir** : Fonctions de numérisation et d'importation de données c'est-à-dire récupérer l'information existante, alimenter le système en données,
3. **Archiver** : Transfert de données de l'espace de travail (en cours d'utilisation) vers l'espace d'archivage (stock), stocker les données de façon à les retrouver et les interroger facilement,
4. **Analyser** : Analyse des données (méthodes quantitatives et statistiques) et analyse spatiale (opérateurs topologiques), obtenir des réponses aux requêtes, cœur même du SIG.
5. **Afficher** : Restitution graphique, visualiser l'information géographique (cartes, tables, documents textes)

SIG : "un système de base de données dans lequel les données sont spatialement référencées et sur lequel agissent un ensemble de procédures afin de produire des informations sur les entités spatiales".



Figure 24 : Les principales fonctions des logiciels SIG

5.3.4. Principales fonctionnalités du SIG :

- La saisie numérique et la gestion d'information spatialisée
- Schématisation, organisation, structuration, archivage de l'information géographique
- Gestion de collections d'objets localisés et non localisés
- Gestion et partage de données localisées entre utilisateurs
- Saisie et stockage numérique de plans et de cartes
- Images : géo référencement, gestion des couches
- Calculs techniques et cartographie automatique
- Calculs métriques (distances, surfaces, périmètres, volumes)
- Calculs techniques et d'ingénierie (visibilité, parcours optimaux, écoulements, etc.)
- Positionnement et projections géographiques
- Cartographie automatique, cartographie statistique
- Analyse spatiale, statistique et géostatistique, modélisation
- Analyse spatiale, statistique et classifications, géostatistique
- Estimation et interpolation spatiale
- Modèles numériques de terrain, géomorphologie, hydrologie
- Télédétection aérienne et spatiale, traitement d'image
- Simulation et modélisation.

5.3.5. Critères de qualité du SIG :

Idéalement, un SIG doit atteindre plusieurs objectifs et pour ce faire posséder certaines qualités. Il doit être :

- Rentable
- Pertinent (les résultats plutôt que sur les méthodes de production)
- Flexible (capable d'évoluer)
- Sécuritaire (construit de façon modulaire pour minimiser les erreurs et protéger (l'information confidentielle)
- Performant (contrôle de la qualité et efficacité des traitements)
- Indépendant (du matériel et des logiciels afin d'en assurer l'évolution et la portabilité)
- Coopératif (bien définir les rôles et les responsabilités des services et des individus impliqués)
- Motivant (impliquer les acteurs à toutes les étapes de la conception et de l'utilisation)
- Progressif (réduire les risques d'erreur et les coûts)
- Documenté (rédaction de la documentation parallèlement au développement du système).

5.3.5. La structuration des données dans un SIG :

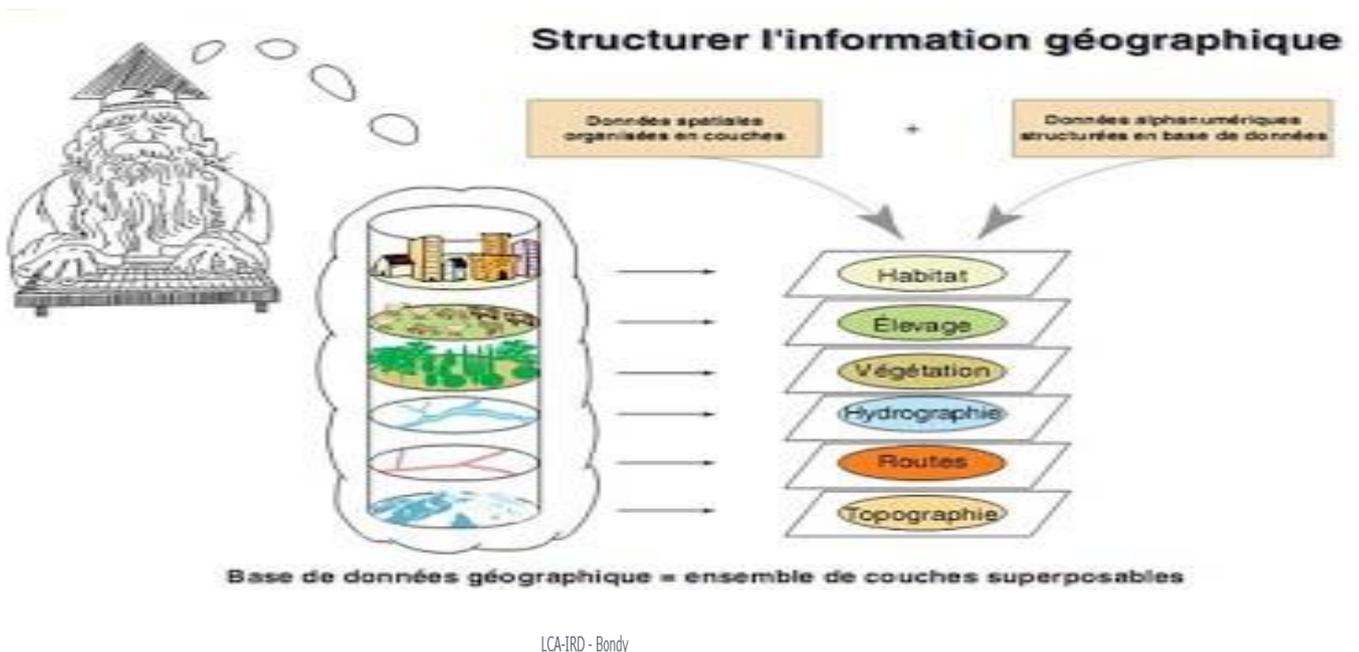


Figure 25 : Base de données géographique = ensemble de couches superposables

5.4. L'information géographique : généralités :

5.4.1. Définitions :

1. Données : nombres, textes, symboles, en général neutres et indépendants du contexte (mesures brutes sans interprétation)
2. Information : différenciée des données car dédiée à un sujet ou soumise à un certain degré d'interprétation
3. Connaissance : information interprétée par rapport à un contexte particulier, à l'expérience vécue, ou à un objectif donné

5.4.2. Modèles de données :

Un modèle de données, c'est un ensemble de règles pour représenter des objets et des comportements du monde réel dans le cadre logique d'un ordinateur.

On distingue quatre niveaux d'abstraction de la réalité :

1. Le monde réel (aucune abstraction)
2. Le modèle conceptuel (modélisation conceptuelle de la réalité)
3. Le modèle logique (organisation du modèle liée à l'informatique)
4. Le modèle physique (organisation interne à l'application)

5.4.3. Les données géographiques, spatio-temporelles :

Enregistrement de mesures prises à un certain endroit à un certain moment dans le monde réel :

- Associe le lieu, l'instant et les attributs descriptifs
- Difficiles à manipuler dans les systèmes classiques de gestion de données, qui ne sont pas outillés pour les données de dimension supérieure à 1

a. L'objet géographique :

Un objet en théorie, c'est un ensemble d'attributs et de méthodes, permettant de décrire, connaître le comportement de l'objet étudié.

Un objet géographique a trois composantes principales :

1. localisation (2D, 3D, 4D),
2. description (attributs classiques),
3. comportement (règles)

b. Les différents types d'attributs d'un objet géographique :

- **Information descriptive** : Données classiques simples (ensemble fini, N, Z, R, etc.) et méthodes liées à l'ordre naturel. Modalité, valeur.
- **Information de localisation** : Données de localisation : en deux ou trois dimensions (R^2 ou R^3), points ou ensemble de points (éléments ou ensembles)
- **Le temps** peut également être inclus
- **L'attribut de localisation** : nouvel espace de définition, nouvelles méthodes, nouvelles mesures, nouvelles précisions.

c. La modélisation du monde réel de la réalité à la géographie :

Description et précision de localisation, méthodes, attributs, pour la définition d'un objet géographique

- Liens entre attributs descriptifs et précision de l'attribut de localisation pour la définition de l'objet géographique.
- L'objet géographique : relation entre définition sémantique (attributs descriptifs) et précision de la description de la géométrie de la localisation
- de la réalité à la géographie : un modèle conceptuel

d. L'information géographique (IG)

Définition : L'information géographique (IG) est une information ayant une référence au territoire, soit sous la forme de :

- Coordonnées,
- Nom de lieu,
- Adresse postale ou autre.

Les informations géographiques sont acquises, stockées, analysées, visualisées et distribuées à l'aide de systèmes d'information géographique. (**Coordination de l'info. Géographie et des systèmes d'information géographique. 2001, Suisse**).

L'information géographique peut être définie comme une information relative à un objet ou à un phénomène du monde terrestre, décrit plus ou moins complètement :

- par sa nature, son aspect, ses caractéristiques diverses,
- et par son positionnement sur la surface terrestre. Exemple, l'information géographique sur la densité animale se caractérise par : le total et types d'animaux domestiques dans un établissement sanitaire d'élevage tel qu'une ferme, le nom du

propriétaire, le code d'identification, adresse de l'exploitation d'élevage et sa localisation.

Ce type de données est appelé aussi attributs ou encore données sémantiques.

Pratiquement, il s'agit donc d'un ensemble d'outils comprenant :

- Une base de données à deux composantes :
 - Une spatiale, pour le stockage des coordonnées d'objets géographiques (communes, villes, routes...écoles, fermes, structures de santé,...).
 - Une classique, qui gère les données (attributs) qui sont attachées aux objets géographiques (nombre d'habitants, type de végétation, incidence d'une maladie...).
- Un gestionnaire de ces bases de données, comportant les fonctions habituelles de tri, requête, recherche croisée dans des fichiers différents...
- Des outils d'opérations spatiales (calcul de distance, de proximité, d'itinéraire optimal...), de calcul et de combinaison des données.
- Des outils de saisie des données spatiales, et notamment cartographiques : table à digitaliser ou scanner
- Des outils de représentation des données, et notamment cartographiques

e. Les données graphiques :

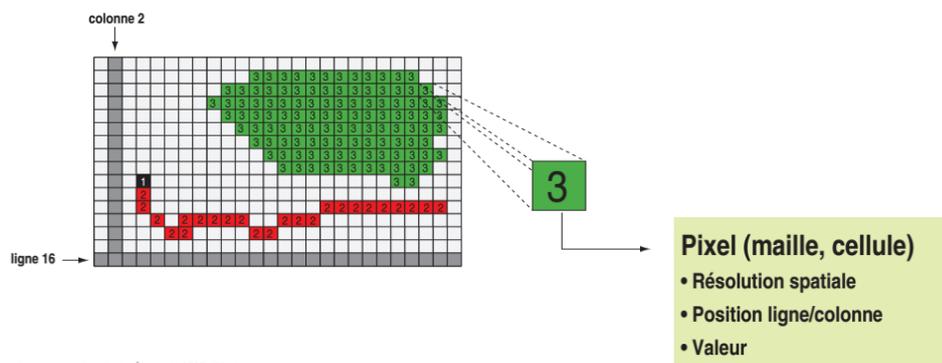
Il existe deux types de données graphiques visualisables dans un logiciel SIG :

1. Les données raster :

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur.

La juxtaposition des points recrée l'apparence visuelle du plan et de chaque information.

Une ferme est "représentée" par un ensemble de points d'intensité identique.



Laboratoire de cartographie appliquée - Elisabeth HABERT - IRD - 2000

Figure 26 : Images illustrant les données Raster (forme de grille)

2. Les données vectorielles :

- Les éléments géographiques représentés grâce à des données vectorielles sont localisés par des coordonnées (X, Y). Ils sont constitués de trois types d'entités : point, ligne, polygone.
- Les points servent à la représentation de symboles ponctuels : ville sur une carte, arbre sur une parcelle, un bâtiment d'élevage, ...etc.
- Les lignes servent à représenter les routes, rivières, voies de chemin de fer, flux, ...
- Les polygones servent à représenter tous les objets surfaciques : régions, wilayas, communes sur une carte du pays, parcelle sur une carte communale... etc.
- Les données vectorielles traitant les objets géographiques individuellement, c'est ce type de données qui va principalement servir pour la réalisation de cartographies statistiques.
- Elles permettent en effet d'individualiser des secteurs géographiques et d'y associer des attributs quantitatifs.

3. Les données alphanumériques :

Les données alphanumériques sont l'ensemble des données qualitatives et quantitatives associées à chaque entité du fichier de formes.

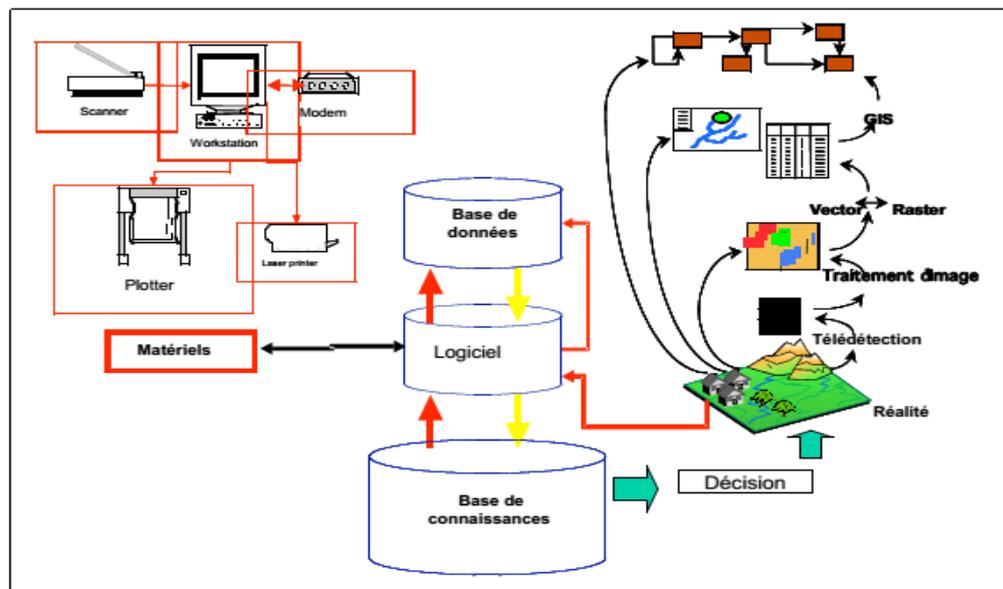


Figure 27 : Structure, fonctionnalité et composants du SIG.

5.5. Les avantages des SIG :

Un atout principal : en regroupant dans une même ensemble différente collection d'objets localisés,

Un SIG permet la mise en relation d'objets de collections différentes mais se trouvant « au même endroit ».

D'une manière générale, un SIG utilise la localisation pour mettre des objets en relation

Facilite les réponses à des questions du type « pourquoi ici et pas ailleurs », « comment ici

Capacité et fiabilité de stockage

Rapidité de restitution des données (gain de temps)

Intégration et combinaison de données de sources différentes

Précision des processus cartographiques

Facilité de mise à jour (Outils de suivi)

Analyse des relations spatiales (Intégration, requête spatiale, Combinaison et superposition de cartes).

Production de cartes (bon rapport qualité / Cout)

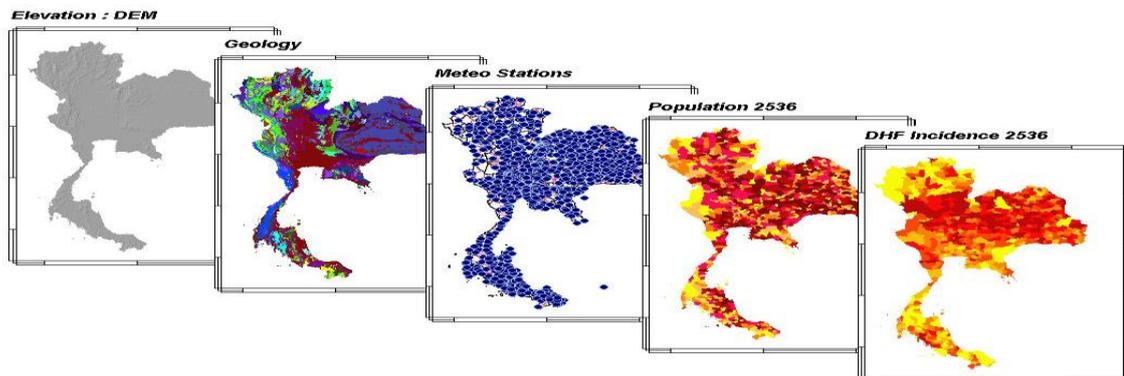


Figure28 : Des données repérées dans l'espace (données numériques localisées géographiquement)

5.6. Les contraintes des SIG :

- Le manque de personnel spécialisé et compétent
- Problèmes techniques pour l'acquisition des données fiables.
- Non Standardisation des formats de données.
- Nécessité d'une mobilisation continue des acteurs.

5.7. Recommandations OMS :

- Accéder à des systèmes de gestion des bases des données avec support cartographique simples étendre le réseau d'appui technique et de distribution des données sous différentes représentations - Promouvoir la coopération multi disciplinaire à tous les niveaux afin de développer les systèmes d'information géographique et de cartographie (SIG).
- L'évaluation du risque d'effets nocifs sur la santé liés aux risques environnementaux et l'analyse de la variation géographique des risques de maladie ainsi que la détection des grappes sont des domaines d'intérêt public croissant et font appel à plusieurs disciplines (Elliott et al. 2000 ; Rushton et Elliott 2003). Ces études de cartographie des maladies, de grappes et d'évaluation des risques nécessitent des données à la fois précises et détaillées sur la population et la santé, ainsi que des évaluations de l'exposition clairement définies (Jarup2004 ; Nieuwenhuijsen et al. 2005). - La disponibilité accrue de données spatiales sur l'environnement, la santé et la population, combinée à des méthodes statistiques et des techniques d'analyse spatiale améliorées, a alimenté une augmentation des études épidémiologiques spatiales évaluant la répartition géographique des risques potentiels pour la santé et leur association avec les facteurs de risque environnementaux.
- La capacité à localiser rapidement les groupes de maladies, à évaluer la distribution spatiale du risque de maladie et à relier les données environnementales et les résultats pour la santé constitue un outil puissant pour évaluer les relations spatiales entre les maladies et les dangers environnementaux.
- La disponibilité et la qualité des données géographiquement référencées sur la population, les résultats en matière de santé et les facteurs de risque environnementaux sont essentielles à toute analyse épidémiologique spatiale. De préférence, ces données auront des informations spatiales et temporelles associées exactes et précises, mais très souvent, ces données ne sont disponibles que sous forme de résumés agrégés. Idéalement, les informations détaillées pour une population étudiée seraient utilisées, y compris les caractéristiques individuelles, les mouvements, les expositions personnelles et les dossiers de santé ultérieurs. Bien que des données sur la santé au niveau individuel puissent exister, les informations sur les facteurs de confusion et les données sur les expositions existent rarement, voire jamais, au niveau individuel, de sorte que certaines simplifications doivent être imposées (Elliott et al. 2000). Les données locales sur la santé et la population, liées géographiquement, deviennent toutefois de plus en plus

disponibles, ce qui permet d'analyser les variations des risques pour la santé dans les petites zones. De telles données offrent des avantages et des inconvénients à l'évaluation des risques spatiaux.

Développement statistique

Approches de l'espace

Épidémiologie

En raison des limites des données, la plupart des études épidémiologiques spatiales utilisent des données agrégées au niveau de la zone. Plusieurs techniques et outils statistiques sont disponibles pour calculer les risques au niveau de la zone, ainsi que les intervalles de confiance, afin de mesurer l'incertitude associée aux risques estimés. La normalisation des taux récapitulatifs permet de prendre en compte l'effet des facteurs de risque connus, tels que l'âge, le sexe et le statut socioéconomique, et peut prendre la forme d'une normalisation indirecte ou directe.

La mesure récapitulative la plus courante pour cartographier le risque de maladie est la norme.

5.8. Intérêt du SIG en Santé Publique

Selon l'OMS dans le domaine de la santé publique, un SIG peut aider à répondre à des questions spécifiques, il possède diverses fonctions :

1. Il produit des cartes « thématiques » (l'intensité de la variable cartographiée étant représentée par des couleurs ou par des symboles proportionnels).
2. Il permet de superposer différents types d'information sous forme de couches.
3. Il trace des zones tampons autour des paramètres choisis (par exemple un rayon de 10 Km autour d'un centre de santé, ou un rayon de 02 Km autour d'un établissement d'élevage des bovins, vaches laitières,... (zone d'influence) ou de 01 km autour d'un point d'eau ou d'une école).
4. Il effectue des calculs spécifiques (proportion de la population située dans un rayon donné d'un centre de santé, d'une école, d'un barrage, etc.).
5. Il calcule les distances (l'accessibilité aux soins, par exemple distance d'une communauté à un centre de sante)
6. Il établit un lien dynamique entre les bases de données et les cartes et assure la mise à jour automatique des cartes.

7. Il permet des requêtes interactives sur l'information contenue dans une carte, tableau ou un graphique.
8. Il traite des images, par exemple des photographiques aériennes ou des images satellite, pour pouvoir intégrer facilement des informations telles que la température, les précipitations, les types de sols et l'utilisation des terres, et de déterminer les corrélations entre les facteurs de risque potentiels et la présence de maladies.
9. Il offre diverses techniques d'extrapolation (par exemple, extrapolation des données de la surveillance d'un site sentinelle à des zones non soumises à enquête).

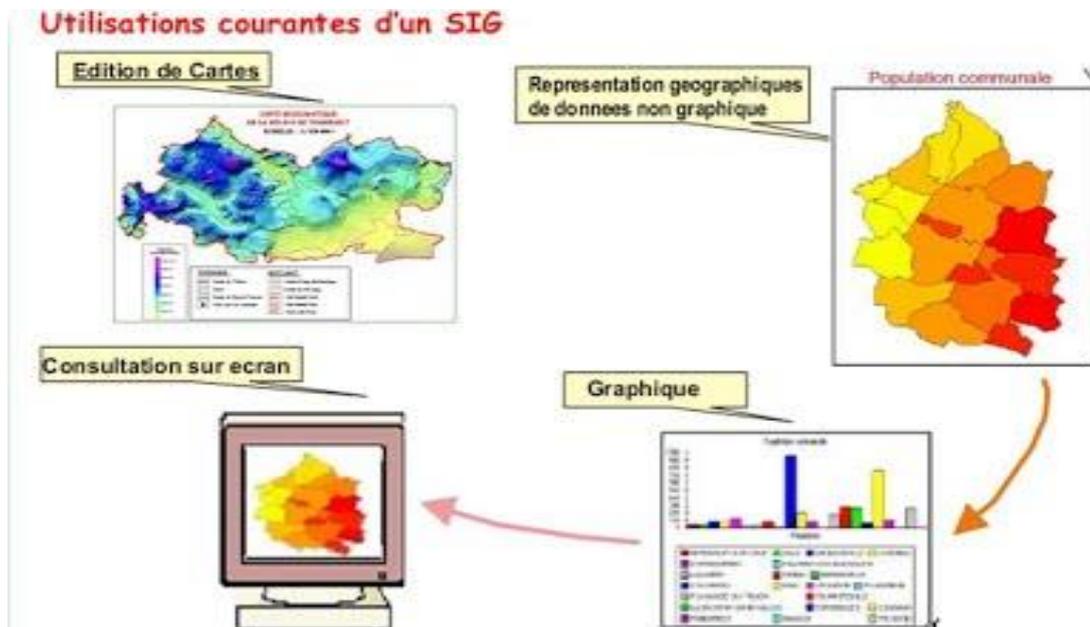


Figure 29 : Quelques applications des SIG en sante publique (OMS)

5.9. Intérêt du SIG dans la surveillance épidémiologique

- Déterminer la répartition géographique et les variations des prévalences et d'incidence des maladies.
- Analyser les tendances spatiales et longitudinales.
- Cartographier les populations à risque.
- Stratifier les facteurs de risque.
- Evaluer l'attribution des ressources (services de santé, écoles, points d'eau).
- Planifier et cibler les interventions.
- Prévoir les épidémies.
- Suivre les maladies et les interventions au cours du temps.

CHAPITRE III :
MATERIEL ET METHODE

1. MATHERIEL ET METHODE :

1.1. Les objectifs de ce travail :

L'objectif principal était de développer l'application du système d'information géographique pour la surveillance épidémiologique des zoonoses le cas de la brucellose durant une période de dix ans (10 ans) s'étalant du 1 janvier 2010 jusqu'au 31 décembre 2020 dans la wilaya de Constantine par un SIG en l'occurrence l'Arc Gis.

Nos objectifs spécifiques étaient de :

1. Application du SIG dans la surveillance de la brucellose.
2. Etudier les facteurs de risque de la brucellose.
3. Analyser les relations existantes entre la population humaine et animale d'un territoire concernant le risque brucellique.
4. Montrer l'intérêt du support cartographique dans d'alerte précoce.

Notre objectif secondaire était de :

Concevoir un tableau de bord à supports cartographiques pour la surveillance épidémiologique des maladies transmissibles le cas de la Brucellose.

1.2. Le type d'études :

- Il s'agit :

- 1- Une étude observationnelle de type longitudinale (prospective) à visée descriptive et analytique dont l'objectif principal était d'étudier les caractéristiques de la brucellose notamment les tendances temporelles, spatiales et temporo spatiales de la brucellose dans la wilaya de Constantine

1.3. Population d'étude :

1.3.1 santé humaine :

- Notre population de l'étude était constituée d'une façon exhaustive tous les cas de brucellose diagnostiqués et / ou dépistés parmi les populations identifiées à risque et la population générale sur une période de dix ans de 2010 à 2020.

➤ Critères d'inclusion :

Nous avons inclus dans l'étude, tout cas de Brucellose humaine hospitalisé et/ ou dépisté au niveau des structures de santé de la wilaya de Constantine (services d'hospitalisation), les laboratoires CHUC, EPH, privé ... et laboratoire régional vétérinaire...).

Tous les cas tout âge et sexe confondu résident dans la wilaya de Constantine Et répondant à la définition du cas recommandée par le ministère de la santé (les recommandations Algériennes 2018, cf. instruction ministérielle).

❖ **Définition d'un cas de Brucellose Humaine :**

- **Cas probable :** Toute personne répondant aux critères cliniques et présentant un lien épidémiologique.
- **Cas confirmé :** toute personne répondant aux critères cliniques et aux critères du laboratoire.

➤ **Critères cliniques :**

Toute personne présentant de la fièvre, ET au moins un des signes suivants : Sueurs (abondantes, malodorantes surtout nocturnes), frissons, syndrome algique (arthralgie, céphalée), asthénie.

➤ **Critères épidémiologiques :**

Au moins un des trois liens épidémiologiques suivants :

- Exposition à des aliments contaminés : produits laitiers non pasteurisés
- Exposition à des produits animaliers contaminés : sécrétions, organes, placenta, tissus dans un cadre professionnel ou autre
- Exposition à des produits de culture bactérienne ou inhalation de poussières/aérosols contaminés dans un contexte professionnel ou autre

➤ **Critères laboratoire :** Au moins un des 2 critères suivants

- Isolement de *Brucella* spp à partir d'un échantillon clinique
- Détection de la Formation d'anticorps spécifiques de *Brucella* (sérologie de Wright et le Test du Rose Bengale, IFI)

❖ **Définition d'un sujet exposé au risque :**

Toute personne tout âge et sexe confondu résidant la wilaya de Constantine, et a eu un contact direct avec des bovins contaminés souffrant d'avortements ou porteurs chroniques manipulant des animaux atteints au cours de la mise bas, de l'avortement ou de l'abattage résidant dans une localité d'élevage et/ou un contact indirect par consommation du lait contaminé ou des produits laitiers non pasteurisés

Les groupes de sujets à risque concernés par l'étude étaient les éleveurs, les bergers, les trayeurs, les collecteurs, les ouvriers d'un établissement d'élevage (maçon, plombier,) vétérinaires des abattoirs et les vétérinaires de la DSA, délégations communales des BHC, et ceux du secteur privé, les vétérinaires qui pratiquent la

vaccination animale (inoculation accidentelle), les familles des cas confirmés hospitalisés.

➤ **Critères d'exclusion :**

- Tous les cas de Brucellose qui résident hors Wilaya de Constantine
- Tous les sujets ayant été exposés ailleurs (contact direct ou indirect)
- Tous les cas de brucellose chronique, cas de rechutes et cas d'échec thérapeutique dont la date du diagnostic remonte avant 2010 ou après 2020.

1.3. 2 Santé animale :

➤ **Critères d'inclusion :**

L'étude a concerné principalement **les bovins** identifiés (numéros attribués, boucles) des fermes agréées au niveau de douze communes de la wilaya de Constantine de 2010 – 2020.

L'étude a concerné également **les établissements d'élevage** a statut sanitaire inconnu (SSI) ayant adhéré au programme lait (cf. fiche d'identification de la ferme).

➤ **Critères d'exclusion :**

Nous avons exclu de cette étude les bovins des fermes qui exercent clandestinement.

1.4. Le site de l'étude :

- L'étude s'est déroulée dans les douze communes de la wilaya de Constantine.
- La wilaya de Constantine compte douze (12) communes organisées en 6 Dairates et 05 circonscriptions
- Elle se situe à l'est du pays (36° 21' 54 N de Latitude et 6° 36' 52 E de longitude) s'étend sur une superficie de l'ordre de 2297,20 Km² pour une population estimée en 2020 à 1 310 952 hab soit une densité de l'ordre de 599 hab/ km² [368]

La wilaya de Constantine est délimitée par :

- Au Nord, Par La Wilaya De Skikda ;
- A L'Est, Par La Wilaya De Guelma ;
- Au Sud, Par La Wilaya D'Oum El Bouaghi ;
- A L'ouest, Par La Wilaya De Mila ;
- Nord-Ouest, Par La Wilaya De Jijel.

La Wilaya de Constantine est la capitale de l'Est Algérien, elle occupe une position géographique centrale dans la région Est, étant une ville charnière entre le Tell et les Hauts Plateaux dans l'Est du pays au croisement des grands axes Nord-Sud (Skikda-Biskra) et Ouest-Est (Sétif-Annaba). Constantine se situe à 431 km à l'est de la capitale Alger, à 130 km à l'est de Sétif, à 119 km au nord de Batna, à 198 km au nord-ouest de Tébessa, à 146 km au sud de Jijel et respectivement à 89 km et à 156 km au sud-ouest de Skikda et d'Annaba, à 245 km des frontières Algéro-tunisiennes et à 235 km de Biskra vers le sud (sahara). Sa position géographique favorise les déplacements du bétail d'une wilaya à une autre et par conséquent la propagation de la maladie. Les repères géographiques montrent que la région n'est pas homogène par rapport à sa position et par rapport au niveau de la mer. Elle se situe entre les deux lignes contour 400 et 800 m vers le nord, 800 et 1200 m vers le sud.

1.5. Sources des données :

- ✓ Services des Maladies infectieuses et Médecine interne des établissements hospitaliers (CHUC, EPH) de la Wilaya de Constantine
- ✓ Services de Pédiatrie des établissements hospitaliers de la Wilaya de Constantine
- ✓ Service de Neurologie CHUC
- ✓ Service de Rhumatologie CHUC
- ✓ Services de microbiologie CHUC
- ✓ Laboratoire Régional Vétérinaire de la Région Est Constantine
- ✓ Laboratoires d'analyses microbiologiques privés
- ✓ Services d'épidémiologie et de Médecine Préventive (SEMPEP) CHUC
- ✓ Bureau des entrées CHUC
- ✓ Les Services d'épidémiologie et de Médecine Préventive (SEMPEP) territorialement compétents de la Wilaya de Constantine :
 - ✓ SEMPEP EPSP Bachir Mentouri Constantine
 - ✓ SEMPEP EPSP Laarbi Benmehidi Constantine
 - ✓ SEMPEP EPSP El Khroub
 - ✓ SEMPEP EPSP Hamma Bouziane
 - ✓ SEMPEP EPSP Zighoud Youcef
 - ✓ SEMPEP EPSP Ain Abid
 - ✓ Direction de la santé et de la Population wilaya de Constantine.
 - ✓ Institut National de Santé Publique, Alger.

- ✓ Direction services Agricoles Wilaya de Constantine
- ✓ Inspection de santé animale (service épidémio surveillance) DSA Wilaya de Constantine.
- ✓ Subdivisions de l'agriculture de la wilaya de Constantine (El Khroub, Ain Abid, Zighoud Youcef et Ain Smara)
- ✓ BHC de la Wilaya de Constantine (Constantine, Beni Hamidene, Ibn Ziad et Messaoud Boudjeriou)
- ✓ Office National des Statistiques de Constantine.
- ✓ Service de télédétection et de cartographie Militaire de la Wilaya de Constantine.
- ✓ DAPT
- ✓ Direction de l'urbanisme.

1.6. Type de données :

Les données recueillies de 2010 à 2020 : Données sanitaires humaines et animales, Les cartes topographiques de la Wilaya de Constantine, données géo référencées, démographiques, environnementales (les données sur certains facteurs associés dans les domaines de l'élevage et la production laitière ainsi que sur les différentes expositions).

1.7. Déroulement du travail :

1.7.1. Sources des données :

➤ Modalités :

Les cas de brucellose humaine et animale de la Wilaya de Constantine de 2010 à 2020 ont été collectés via le système de surveillance épidémiologique.

Le recueil des données a été fait selon les modalités :

- Surveillance active, passive et semi active des cas de brucellose diagnostiqués et dépistés
- Données du système de la Surveillance des cas hospitalisés notifiés par les services d'hospitalisation sur un support de déclaration des MDO (imprimé préétabli par le ministère de la santé).
- Données de dépistage chez les humains et animaux enquêtés au niveau des foyers identifiés contaminés par les vétérinaires.

1.7.2. Périodicité de la collecte :

Les cas de brucellose humaine et animale survenus entre 2010 et 2020 ont été collectés dès la réception de la déclaration (souche de déclaration, résultat du laboratoire) et

concernant les données relatives à l'élevage ont été collectés chaque mois, six mois et par année.

1.7.3. L'enquête épidémiologique associée au dépistage des sujets à risque :

a- Dépistage : les sujets à risque dépistés et enquêtés sont :

D'une part :

- Un dépistage actif, qui a concerné :
 - les sujets à risque au niveau des foyers contaminés,
 - Tous les vétérinaires tout statut confondu surtout ceux du secteur public de la wilaya ont été dépistés avec une périodicité régulière allant de 06 mois à une année
 - Des campagnes de dépistage au sein des structures de production du lait et dérivés : tous les collecteurs du lait qui acheminent le lait vers l'ONALAIT ou Safilait ont été dépistés
 - Un dépistage passif a eu lieu au niveau du SEMEP CHUC, a concerné :
 - les sujets contacts des cas de brucellose déclarés par les services d'hospitalisation
 - Les personnes exposées au niveau des foyers contaminés et qui étaient absents le jour de l'enquête sur terrain ont été convoquées au niveau du SEMEP pour dépistage :
 - Les collecteurs de lait qui étaient absents les jours de campagne de dépistage sur terrain ont été convoqués au niveau du SEMEP pour dépistage
 - Les sujets exposés au risque ont fait l'objet d'un suivi régulier (prélèvements de sang chaque 06 mois et à un an)

b- Déroulement de l'enquête au niveau du foyer animal contaminé :

- Déplacement sur terrain pour chaque foyer contaminé identifié et signalé par les vétérinaires
- Examen clinique des sujets exposés au risque
- Prélèvement de sang et l'acheminement des prélèvements dans une glacière avec respect de la chaîne de froid vers le laboratoire Régional des vétérinaires de la Région Est Constantine ou vers le laboratoire de Microbiologie du CHUC.

- Géolocalisation du foyer contaminé, de quelques zones de pâturage et des lacs d'eau par GPS
- Collecte des données sur supports (Cf. questionnaires en annexe) et registres en papier
- Bilans sanguin et radiologique (Echographie abdominale, thorax, bassin, rachis) à la recherche des formes focales chez les sujets positifs au rose Bengale et Wright
- **Hospitalisation et traitement des cas confirmés pendant 42 à 45 jours.**

c- D'autres part les cas animaux :

- Parallèlement le vétérinaire procède au dépistage des bovins puis les prélèvements du sang sont acheminés au LRVC
 - Echantillons de sang pour la sérologie au niveau des fermes agréées
 - Echantillons de lait pour le ring test au niveau des établissements sanitaire d'élevage dont SSI (statut inconnu)
- Les bovins des fermes agréées sont dépistés périodiquement (tous les six mois)
- Le ring test est effectué sur un mélange de lait des bovins des établissements SSI.
- Au moment de l'enquête épidémiologique, la collecte des données était faite sur un registre et un support (questionnaire humain n°2), conçu spécialement pour la collecte des données au cours du dépistage des cas exposés au risque.

d- Questionnaire :

Ce questionnaire comporte 04 volets :

- un volet porte sur l'identité de l'établissement d'élevage et les caractéristiques socio professionnels du propriétaire et les sujets à risque,
- un deuxième volet sur le Mode d'exposition (guide en annexe)
- un troisième sur la clinique et
- un quatrième sur le résultat du laboratoire.

1.7.4. Gestion de données :

Une base de données a été établie dans la wilaya de Constantine de 2010 à 2020, en utilisant le système d'information géographique.

- La collecte des données régulière du 01/01/ 2010 au 31/12/2020
- Saisie des données sur Excel et Arc Gis Desktop (10.4.1 puis 10.8) et Arc Gis Pro de manière standardisée et intégrée en une base de données commune.
- Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé une Douzaine de cartes topographiques.
- **Nous avons procédé au géo référencement de la carte de la wilaya de Constantine** (12 feuillets représentant les limites de la wilaya par apport aux limites des wilayas limitrophes conçus par les services de technologies et de cartographie militaire de Constantine).

1.7.5. Mise à jour et validation : régulière des données

1.7.6. Plan d'analyse :

1. Tri à plat des variables étudiées :

- Variables d'identité
- Variables démographiques
- Variables géographiques
- Variables d'exposition et environnementales
- Variables cliniques
- Variables Biologiques (microbiologiques)

2. Croisement des variables étudiées : uni variées et bi variées.

3. Analyse descriptive (Statistique descriptive) :

- Les données ont été triées et décrites en fonction des caractéristiques épidémiologiques de l'individu, de temps et de l'espace.

❖ **Les indicateurs calculés :**

- Le total des cas (unités individuels)
- Calculer les taux d'incidences annuels (pour étudier la dynamique de la brucellose humaine et animale par commune de 2010-2020 (modes d'expressions de la brucellose par commune)
- Calculer le taux d'incidence moyen par commune de 2010-2020

- La saisonnalité de la brucellose humaine (répartition mensuelle des cas de brucellose humaine et animale)
- Décrire les caractéristiques de la population (humaine et animale) étudiée
- Analyser la distribution de la population humaine étudiée par commune
- Analyser la distribution de la population animale étudiée par commune
- Calculer L'âge médian des cas et les extrêmes d'âge
- Calculer ratios de la brucellose hommes-femmes par commune
- Calculer la proportion des cas de brucellose selon la profession
- Calculer la proportion des cas de brucellose selon l'exposition (directe et indirecte)
- Calculer la proportion des fermes contaminées selon le statut par commune de 2010 – 2020
- Calculer la proportion de foyers de brucellose par commune de 2010 – 2020
- Des méthodes de géo traitement des données ont été appliquées.
- Des méthodes de cartographie thématique spatiale ont été appliquées.

1.7.7. Statistique analytique :

Des méthodes d'analyse d'autocorrélation spatiale, d'analyse de regroupement spatial et d'analyse de regroupement temporel ont été appliquées pour décrire la distribution temporelle et spatiale des cas de brucellose humaine et animal.

Ces dernières années, la recherche sur le regroupement spatio-temporel des maladies attire de plus en plus l'attention, ce qui joue un rôle important dans la compréhension des caractéristiques de distribution temporelle et spatiale des maladies, et peut fournir des références pour l'exploration étiologique, la prévention et le contrôle des maladies.

Afin de mieux comprendre les méthodes de recherche du regroupement spatio-temporel des maladies et les progrès de leur application, cette étude s'est basée sur les méthodes statistiques couramment utilisées dans les recherches pertinentes à partir de trois aspects du regroupement temporel, du regroupement spatial et du regroupement spatio-temporel des maladies.

a- Statistiques spatiales appliqués (outils d'analyse spatiale) :

Dans cette étude, pour étudier l'association spatiale concernant l'incidence de la brucellose humaine et animale dans la wilaya de Constantine nous avons utilisé :

1. L'analyse d'autocorrélation spatiale :

- **L'indice Global Moran's**, démontrant une corrélation positive entre l'espace et l'incidence de la brucellose.

- **L'indice local de Moran I** montre les zones de regroupement "High-High" (HH), qui se sont avérées avoir une signification statistique ($P < 0,05$).

2. les tendances de la brucellose ont été évaluées à l'aide d'une analyse de tendance tridimensionnelle

3. Un centre de gravité (centre moyen) a été utilisé pour analyser la trajectoire de migration de la brucellose humaine et animale 2010 – 2020.

b- Analyse d'autocorrélation spatiale

Définition :

L'autocorrélation spatiale dans le SIG aide à comprendre dans quelle mesure un objet est similaire à d'autres objets à proximité.

Elle est définie comme la dépendance spatiale entre la valeur d'attribut donnée d'une unité géographique et de ses unités voisines, qui se trouve dans presque toutes les observations spatiales.

Le **I (indice) de Moran** mesure l'autocorrélation spatiale.

L'autocorrélation spatiale mesure la quantité d'objets proches par rapport à d'autres objets proches L'autocorrélation spatiale peut être divisée en **autocorrélation spatiale globale et locale**.

L'autocorrélation spatiale globale est utilisée pour mesurer la tendance globale au regroupement dans la région d'étude, tandis que la tendance locale peut être davantage utilisée pour clarifier les modèles et l'emplacement exact des grappes parmi les communes. La première loi géographique de Tobler stipule que les objets ou attributs géographiques sont interdépendants dans la distribution spatiale.

1- L'autocorrélation spatiale globale :

Elle a été utilisée pour décrire le modèle de distribution spatiale global de la brucellose à Constantine.

La valeur **I** globale de Moran a été utilisée comme mesure, qui varie de $[-1, 1]$. Le **I** de Moran peut être classé comme positif, négatif et sans auto-corrélation spatiale.

Interprétation :

- **$I > 0$** indique une **corrélation spatiale positive** ; Une autocorrélation spatiale positive se produit lorsque des valeurs similaires se regroupent sur une carte.

- **$I < 0$** indique une **corrélation spatiale négative** ; L'autocorrélation spatiale négative se produit lorsque des valeurs dissemblables se regroupent sur une carte.

- si la valeur **I** est proche de **0**, aucune **corrélation spatiale** n'existe.

- **Plus la valeur absolue de I est grande, plus la corrélation est forte.**

- **Quand $|Z| > 1,96$, $P < 0,05$** a été considéré comme statistiquement significatif et il y' a une autocorrélation spatiale.

2- L'autocorrélation spatiale locale :

Une **analyse de cluster locale** a été réalisée à l'aide de la statistique **I** de Moran locale. La statistique **I** de Moran local d'Anselin (**indicateurs locaux d'association spatiale ou LISA**) indique l'emplacement des clusters locaux et des valeurs aberrantes spatiales. Il existe quatre types de grappes dans une carte de grappes d'analyse d'autocorrélation spatiale locale :

- **Valeurs élevées-élevées,**

- **Valeurs faibles-faibles,**

- **Valeurs élevées-faibles et**

- **Valeurs faibles-élevées, qui sont relatives aux communes voisines.**

Interprétation :

- Les grappes Haut-Haut et Bas-Bas indiquent que les valeurs observées d'une zone sont similaires à celles des zones environnantes.

- Les grappes de zones qui ont des taux bruts d'incidence élevés de la brucellose (élevé-élevé ou HH) sont considérées comme des « points chauds », tandis que les grappes de zones avec des taux bruts d'incidence faibles de la brucellose (faible-faible ou LL) sont des « points froids ».

- Les grappes Haut-Bas et Bas-Haut indiquent que les valeurs observées d'une zone sont supérieures (ou inférieures) à celles des zones environnantes.
- Le regroupement et l'analyse des valeurs aberrantes ont été utilisés pour étudier l'autocorrélation locale, car ils peuvent détecter des corrélations entre l'apparition de la maladie dans les communes (localités (mechtas des différentes communes) ainsi que les communes voisines (localités et communes) et ainsi identifier les zones où la maladie est concentrée.

c- Analyse des tendances en trois dimensions :

La distribution spatiale et la tendance de l'incidence de la brucellose humaine et animales ont été évaluées et visualisées via l'analyse des tendances en trois dimensions, à l'aide du logiciel ArcGIS10.8 (ESRI, Redlands).

L'analyse tridimensionnelle des tendances utilise la **méthode des moindres carrés** pour établir le **modèle de régression polynomiale binaire**, qui exclut les variations accidentelles et locales, et affiche la règle de distribution générale de la maladie dans la zone d'étude.

L'axe X et l'axe Y représentent le centre géométrique de la région d'étude spécifique, tandis que l'axe Z représente la brucellose humaine et animale.

Les points dans l'espace tridimensionnel sont projetés respectivement sur le plan XZ et le plan YZ. Suite à cela, une ligne d'ajustement optimal est créée selon le nuage de points, en ajustant le polynôme sur le plan de projection, tandis que la courbe est utilisée pour simuler la tendance spatiale de la maladie.

d- Migration du centre de gravité :

Un « centre de gravité géographique » peut représenter les caractéristiques de distribution spatiale et temporelle des éléments géographiques.

La direction de déplacement d'un centre de gravité pointe vers l'élément "haute densité" des phénomènes spatiaux, tandis que la distance reflète la différence spatiale de la plage de variation des éléments géographiques.

Le Centre de gravité se calcule en utilisant des outils statistiques spatiaux (comme le centre moyen) pour calculer l'incidence du centre de gravité de la brucellose chaque année, nous avons supposé qu'une région (Wilaya, commune) est composée de plusieurs sous-régions (communes, localités). Chaque sous-région a une particule P_i (X_i, Y_i) et sa valeur d'attribut est M_i , ce qui signifie que la formule des coordonnées

centrales d'un attribut est : $X = \frac{\sum_{i=1}^n M_i X_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$ et $Y = \frac{\sum_{i=1}^n M_i Y_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$ X et Y représentent respectivement la latitude et la longitude du centre de gravité de l'attribut d'une région, tandis que (X_i, Y_i) est la coordonnée géographique de la ville Centrale de la i-ème région secondaire et M_i est la magnitude d'un attribut de la ième région secondaire.

Piste de migration Lorsqu'une certaine valeur d'attribut dans la zone d'étude représente une grande proportion ou un taux de croissance rapide de la population, en raison de la répartition déséquilibrée des attributs spatiaux, le centre de gravité régional se déplacera vers cette zone. Cela signifie qu'un "décalage du centre de gravité" se produira.

La déviation du centre de gravité démontre que l'attribut se développe rapidement dans cette direction, tandis que la force de l'attribut global de l'activité sociale est renforcée.

Grâce à la migration régionale du centre de gravité, nous pouvons voir la trajectoire de migration et la différence de distribution spatiale de l'attribut de cette région, qui est calculée comme suit : $D_{ab} = C \times \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2}$ Ici, a et b représentent différentes années, D représente la distance du décalage du centre de gravité entre différentes années, (X_a, X_b) et (Y_a, Y_b) représentent les coordonnées du centre d'un attribut des années a et b, respectivement. C'est une constante, représentant le coefficient de l'unité de coordonnées de la surface terrestre à la distance plane.

1.8. Matériels :

1.8.1. Moyens matériels :

Les données de surveillance des cas de brucellose humaine ainsi que les caractéristiques socio- professionnels de la population à risque, les cas de brucellose animale, les établissements d'élevage, le total des bovins et le total de la vache laitière par commune de la wilaya de Constantine 2010 à 2020 ont été collectés, localisées, saisies, stockées, traitées et analysées avec

1.8.2. Les logiciels :

- Excel -
- ArcGIS10.4 (ESRI, Redlands)
- ArcGIS10.8 (ESRI, Redlands, Californie, États-Unis)
- ArcGIS Pro 3.1 ESRI
- SPSS version 26
- Le Word Office 2013 pour traitement de texte et
- Power Point Office 2013 pour la présentation .

1.8.3. Autres matériels : GPS

1.8.4. Moyens matériels (forme papier) :

Trois types de questionnaires dont un pour l'animal et deux registres ont été utilisés pour la collecte des données. (Un registre pour le terrain et un registre pour le service (SEMEP)).

1.8.5. Moyens matériels pour le dépistage (prélèvements de sang) : tubes secs, garrot, coton, Glacière pour l'acheminement des prélèvements.

1.8.6. Moyens humains :

- Médecin Epidémiologiste,
- Médecin vétérinaire,
- Technicien en épidémiologie,
- Technicienne en soins
- Médecins cliniciens pour la prise en charge des cas dépistés et orientés
- Administrateurs des subdivisions et communes.

CHAPITRE IV : RESULTATS

1. Zone de l'étude :

L'étude s'est déroulée dans la wilaya de Constantine qui en compte douze (12) communes organisées en 6 Dairates et en cinq (05) circonscriptions administratives. (Constantine, El Khroub, Hamma Bouziane, Zighoud Youcef et Ali Mendjeli)

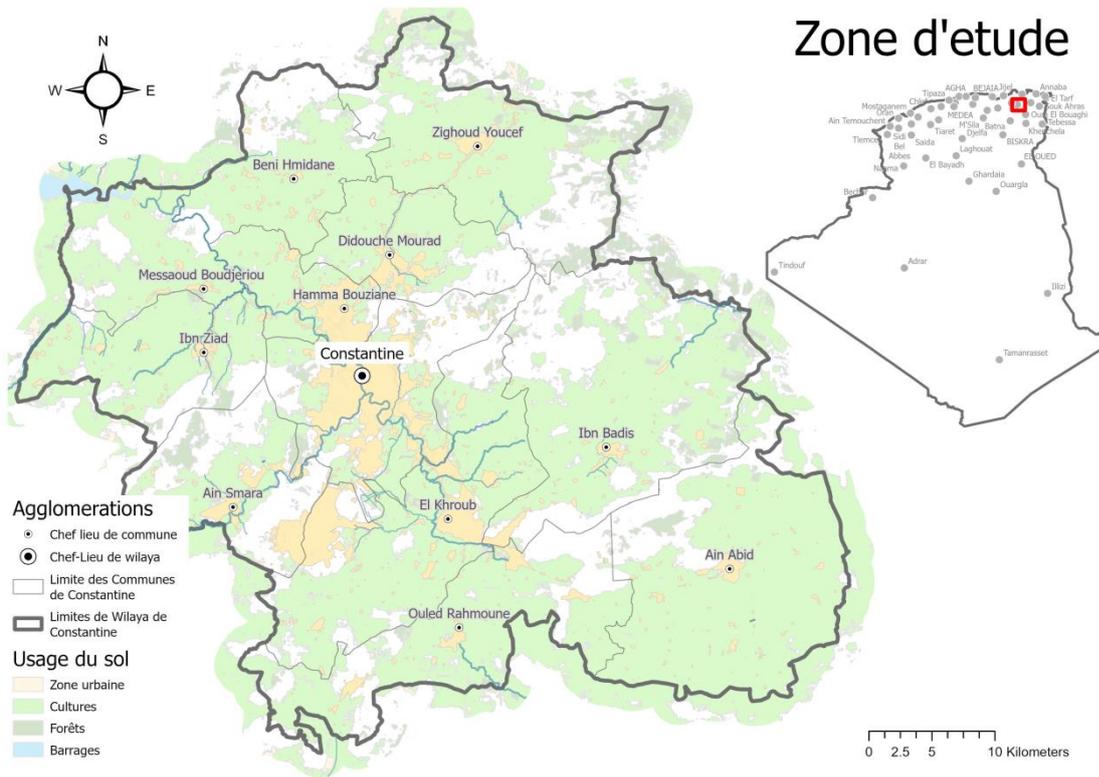


Figure 01 : lieux de l'étude Wilaya Constantine, 2010-2020

1.1. Données de géo localisations :

Géo référencement et harmonisation des données

3588 points localisés sur terrain correspondant à 2992 Fermes dont 2507 Fermes SSI* et 485 fermes agréées), 400 cas humains et 373 localités (Mechtas) par commune.

Résultats de Géocodage :

Sur un Total fermes = 10 949 (agréées & SSI^o)

Géocodés (G1+G2+G3) = 10 901 (99.56%)

Non géocodés = 48 Fermes SSI (0.44%)

SSI*= Ferme à statut sanitaire inconnu

Harmonisation & géoréférencement

- Géolocalisations des établissements d'élevage

• 3 588 points

Symbol	Value	Label	Count
SymbolID	10 symbol classes: ***		
	0	0	2461
	1	1	477
	2	2	43
	3	3	12
	4	4	244
	5	5	340
	6	6	1
	7	7	2
	8	8	1
	9	9	1

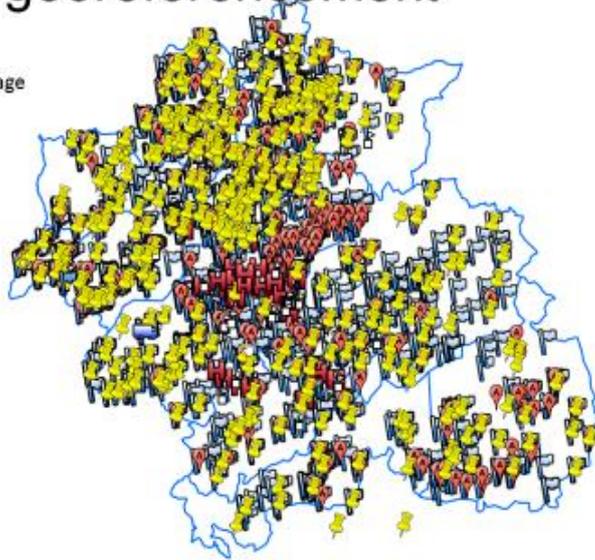


Figure 02 : Géolocalisation et harmonisation des données santé animale et humaine

1.2. Population

1.2.1. Population de la Wilaya de Constantine :

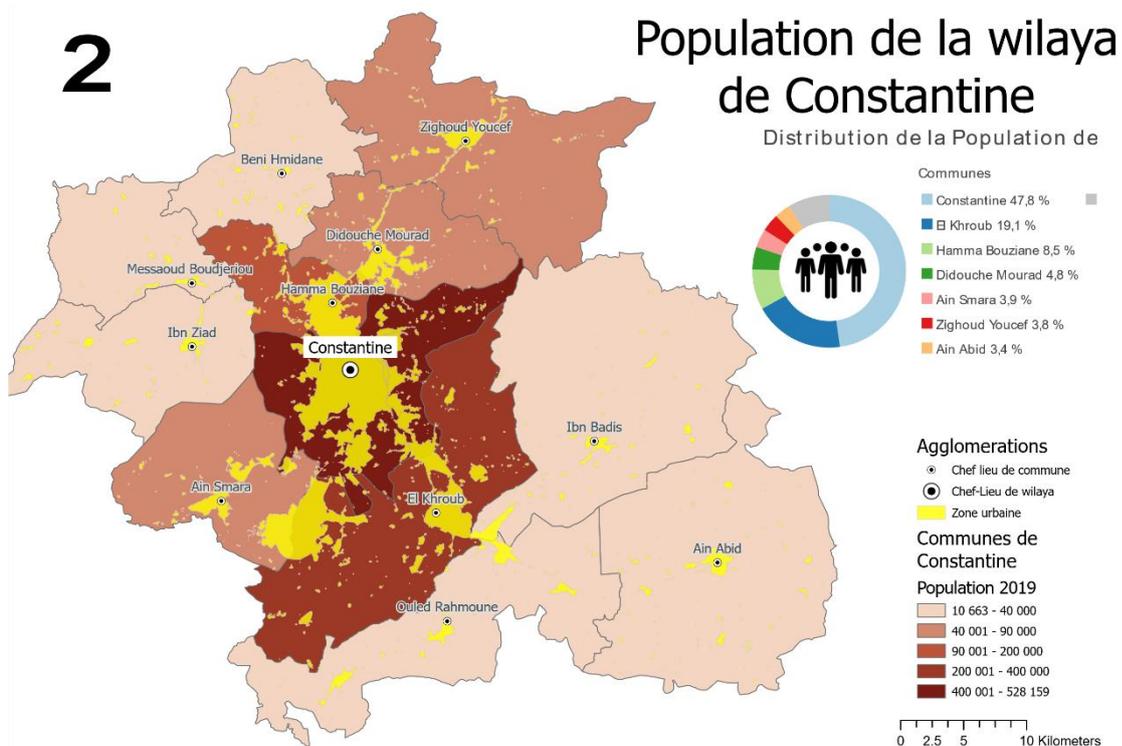


Figure 03 : Population, wilaya de Constantine, année 2019 (ONS)

1.2.2. Densité de la population de la Wilaya de Constantine année 2019 :

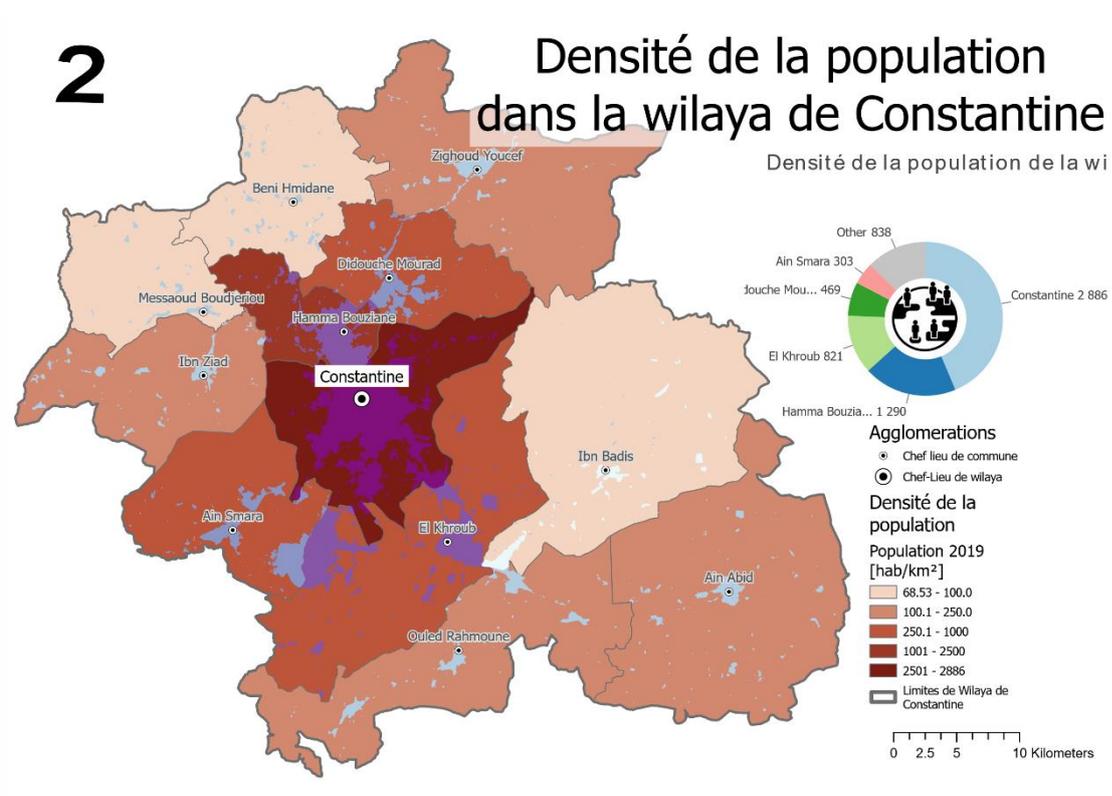


Figure 04 : Population, wilaya de Constantine, année 2019 (ONS)

1.2.3. Pyramide des âges :

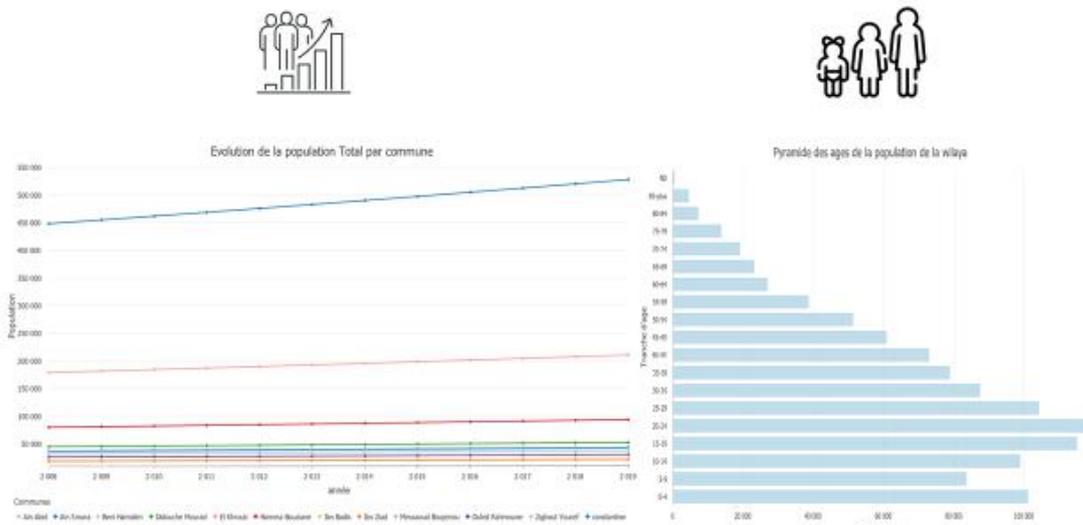


Figure 05 : Pyramide d'âge, wilaya de Constantine (70 % des jeunes) (ONS)

2. Résultats de la santé humaine :

Dans notre étude le dépistage a concerné 1000 personnes identifiées à risque.

Nombre tests dépistage Humain	1000
Nombre de cas Positif	185 / 400
Nombre de test Négatif	533

Les 400 cas de brucellose humaine (dépistés et / ou diagnostiqués) confirmés par la sérologie et /ou l'hémoculture ont été colligés du 01 janvier 2010 au 31 décembre 2020, avec une moyenne d'âge de 40 ans +/- 16 ans (âge minimal de 3 ans, âge maximal de 89 ans) et avec un sexe ratio de 1.53 (hommes : 242, femmes : 158)

2.1. Caractéristiques socio- démographiques :

Tableau 01 : Caractéristiques de l'âge des cas de Brucellose.

Caractéristiques	Age (Année)
Moyenne+/-Ecart type	40,13+/-16,6
Médiane	40
Mode	32
Minimum	3
Maximum	89

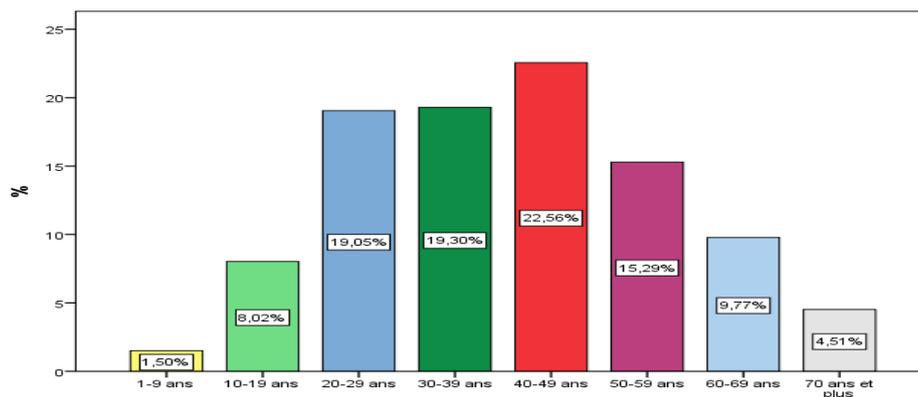


Figure 06 : Brucellose selon l'âge, Wilaya Constantine

CHAPITRE IV : RESULTATS

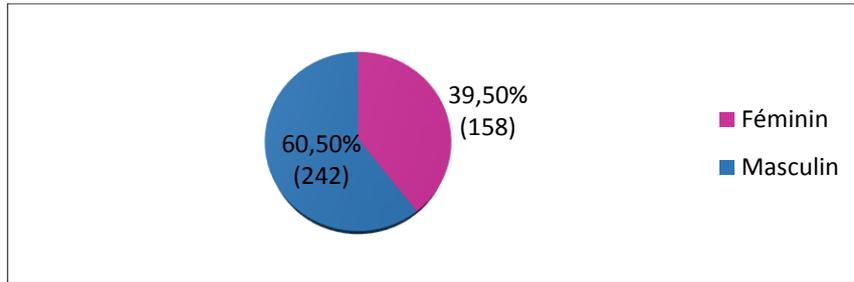


Figure 07 : Brucellose selon le sexe.

Tableau 02: Cas de Brucellose selon la profession

Profession	Effectif	Proportion %
Eleveur	132	33
Vétérinaire	24	6
Berger	4	1
Collecteur de lait	4	1
Commerçant bétail	3	0,75
Ouvrier Ferme	4	1
Vendeur de lait	2	0,5
Etudiants	37	9,25
Autres	190	47,5
Total	400	100

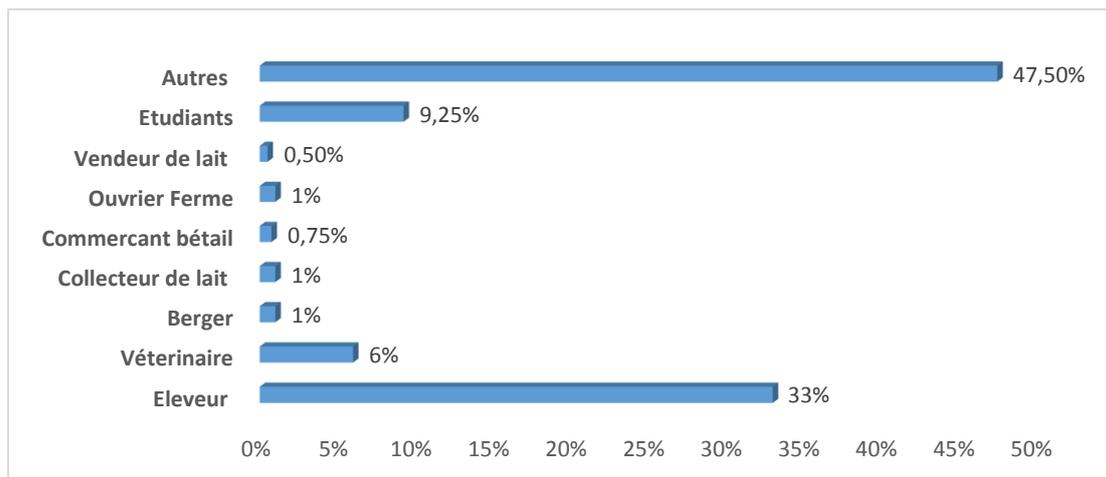


Figure 08 : Brucellose selon la profession

2.2 Caractéristiques de découverte et prise en charge :

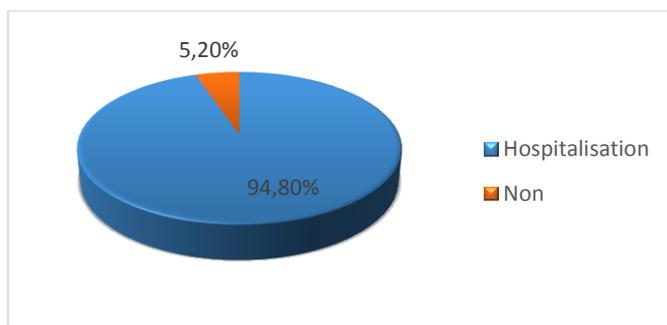


Figure 09 : proportion des cas de brucellose hospitalisés

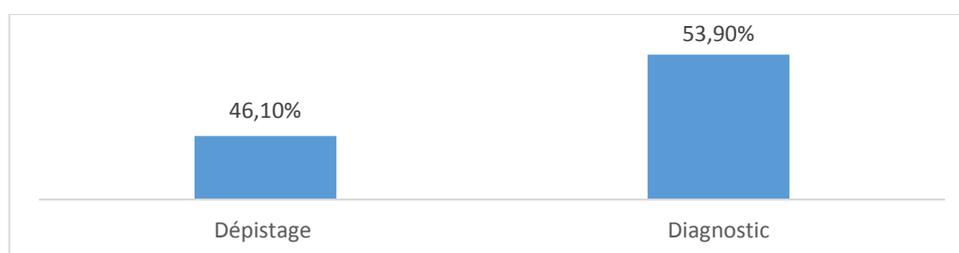


Figure 10 : Brucellose Humaine selon les circonstances de découverte.

Tableau 03 : Cas de Brucellose selon l'examen de diagnostic/ dépistage

Test	Résultat	N	%
Rose Bengale	Positif	400	100
Sérodiagnostic de Wright	Positif	400	100
Hémoculture	Non faite	373	93.25
	Positive	24	6
	Négative	2	0.5
	En cours	1	0.25
Total		400	100

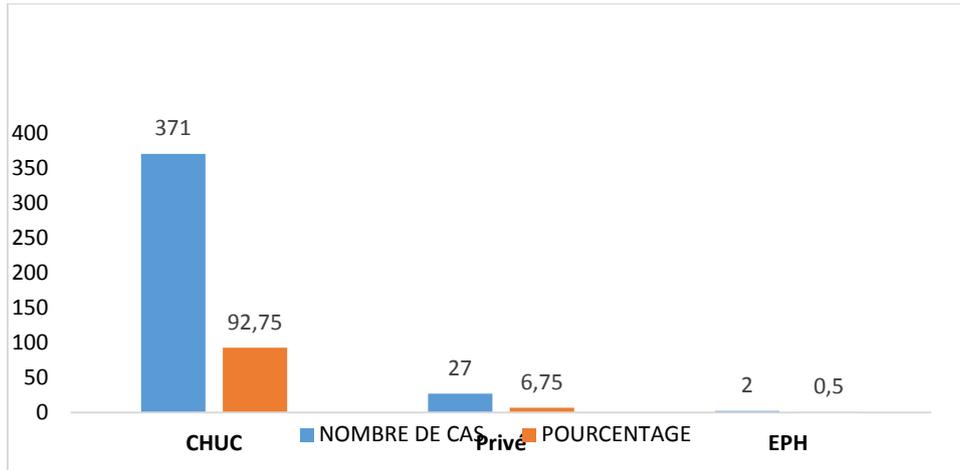


Figure 11 : Cas de Brucellose selon lieu du diagnostic

2.3 Notification des cas de brucellose :

Tableau 04 : Cas de brucellose selon l'établissement de notification

Etablissement	Nombre de cas	%
CHUC	285	71.25
EPH El Khroub	69	17.25
EPH El Bir	15	3.75
EPH Didouche Mourad	10	2.5
EPH Zighoud Youcef	7	1.75
EPH Ali Mendjeli	3	0.75
EPH Ain Mlila	3	0.75
EPH Oued Zenati	2	0.5
EPH Guelma	1	0.25
EPSP Ain Abid	1	0.25
EPSP El Khroub	1	0.25
EPSP Hamma Bouziane	1	0.25
SCTMR El Khroub	1	0.25
SEMEP Hamma Bouziane	1	0.25
Total	400	100

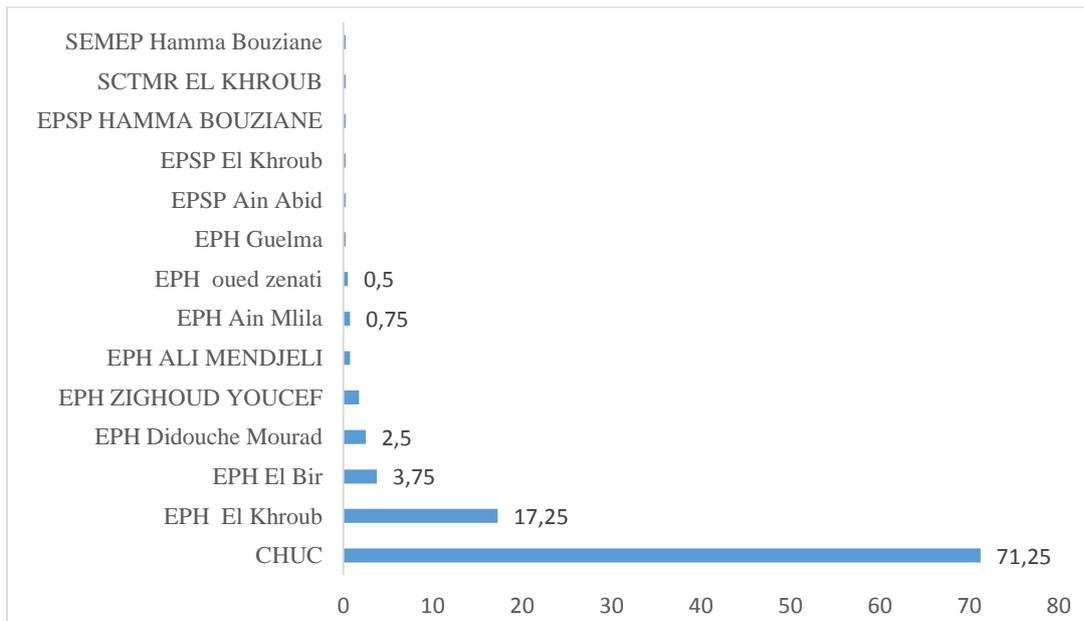


Figure 12 : Cas de brucellose selon l'établissement de notification

Tableau 05 : Exhaustivité de la déclaration :

Service	Nombre de cas	%
CTX/ Microbiologie	174	43.5
Médecine Interne/ Microbiologie	48	12
Microbiologie	34	8.5
Microbiologie et CTX	32	8
Microbiologie et Rhumatologie	23	5.75
Epidémiologie CHUC/ microbiologie	32	8
Microbiologie/ TA	11	2.75
Microbiologie / Neuro	10	2.5
CTX / Epidémiologie/ Microbiologie	10	2.5
Pédiatrie / microbiologie	7	1.75
Microbiologie / Epidémiologie	7	1.75
CTX SEMEP El Khroub	2	0.5
Microbiologie /Gastro entérologie	2	0.5
Rhumatologie/ microbiologie	1	0.25
Microbiologie / Hémato	1	0.25
Microbiologie / Neuro chirurgie	1	0.25
Cardiologie / microbiologie	1	0.25
Laboratoire privé	1	0.25
Neurologie/ Microbiologie	1	0.25
Microbiologie / Réa Médicale	1	0.25
Microbiologie/ UM	1	0.25
Total	400	100

2.3. Caractéristiques cliniques et para cliniques des cas.

Tableau 06 : Brucellose selon la symptomatologie au diagnostic

Signes cliniques	N	%
Arthralgies	384	96
Sueurs nocturnes	367	91.75
Fièvre	341	85.25
Asthénie	336	84
Frissons	197	49.25
Complications	19	4.75

Tableau 07 : Répartition des cas de Brucellose selon l'évolution clinique

Evolution	N	%
Bonne évolution	399	99.75
Complications	19	4.75

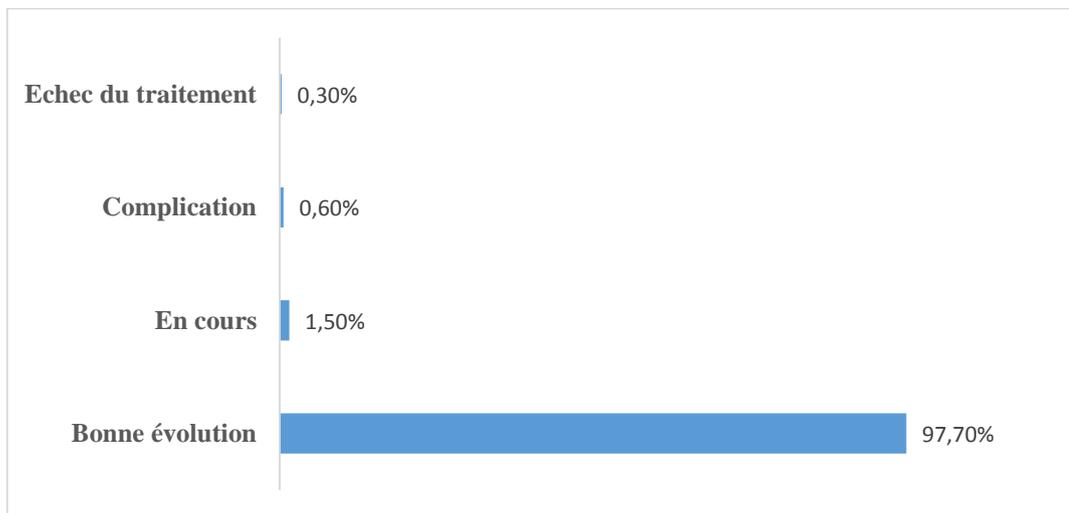


Figure 13 : Répartition des cas de brucellose selon l'évolution

2.4. Description selon les facteurs de risque :

Tableau 08 : Cas de Brucellose selon les facteurs de risque professionnel

Facteur de risque	N	%
Consommation/Transformation	377	94.25
Propriétaire de ferme	187	46.75
Entretien des locaux	141	35.25
Mise bas	99	24.75
Berger	94	23.5
Vache trayeur	93	23.25
Décollement placenta	78	19.5
Avortement	76	19

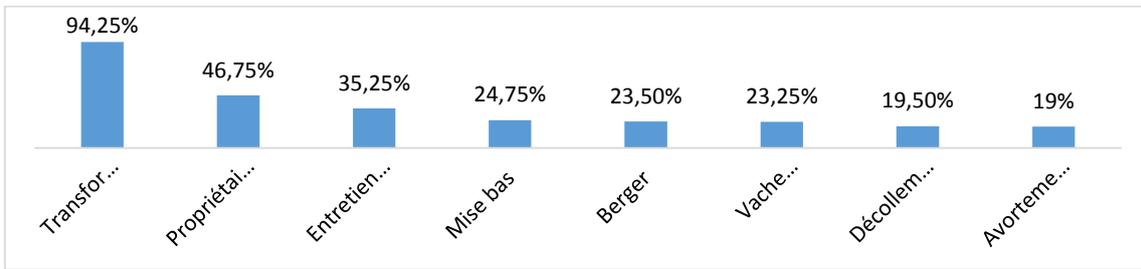


Figure 14 : Cas de Brucellose selon l'exposition (les facteurs de risque professionnel)

Tableau 09 : Vaccination cheptels

	Nombre de cas	pourcentage
Non	377	94.25%
Oui	23	5.75%
Total	400	100%

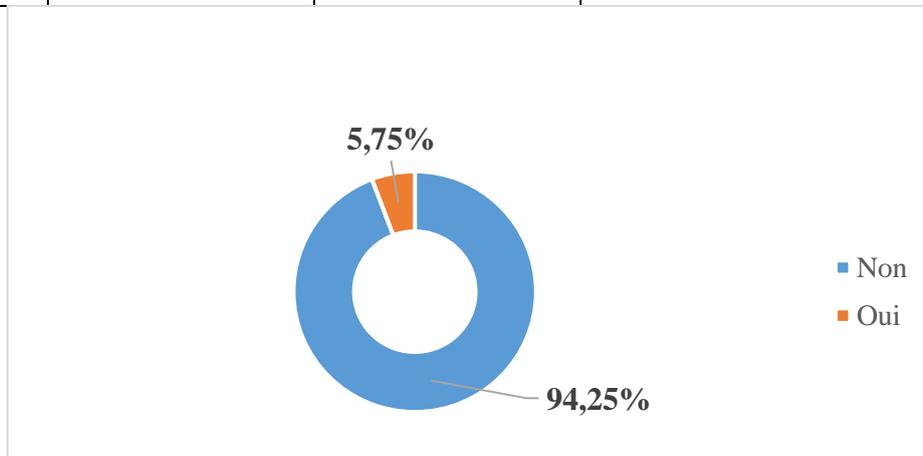


Figure 15 : Vaccination cheptels

2.5. Les caractéristiques temporo-spatiales des cas de Brucellose Humaine :

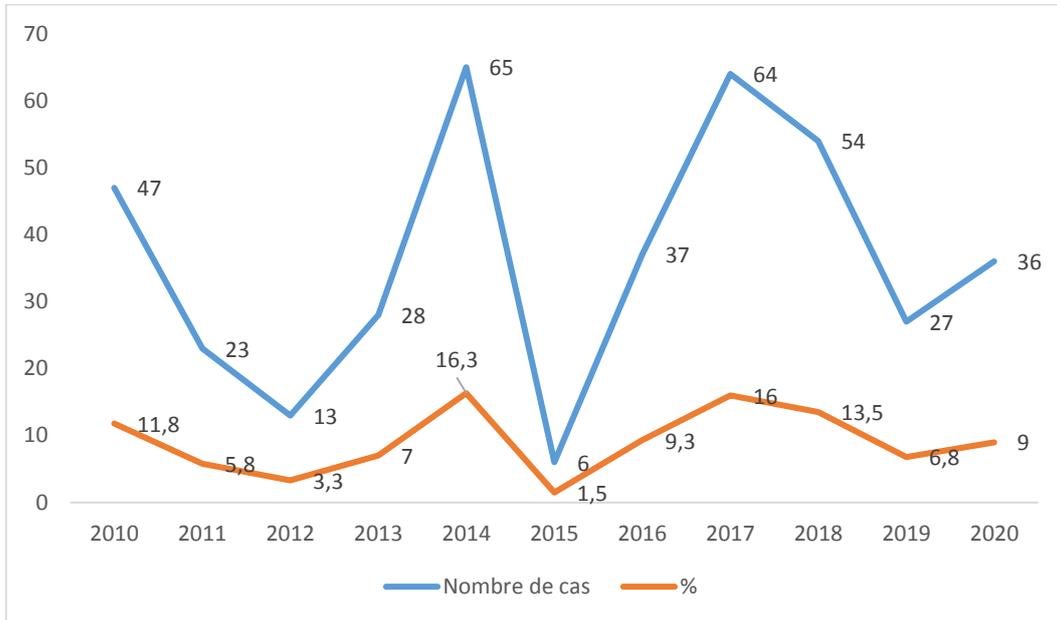


Figure 16 : Evolution annuelle des cas de Brucellose, Wilaya Constantine

Tableau 10 : Incidence de Brucellose, Wilaya de Constantine

Année	Population	Cas	Incidence (100.000hbts)
2010	966840	47	0,44
2011	981343	23	0,21
2012	996063	13	0,12
2013	1011004	28	0,25
2014	1026169	65	0,58
2015	1041562	6	0,05
2016	1057185	37	0,32
2017	1073043	64	0,54
2018	1089139	54	0,45
2019	1105476	27	0,22
2020	1122058	36	0,29

CHAPITRE IV : RESULTATS

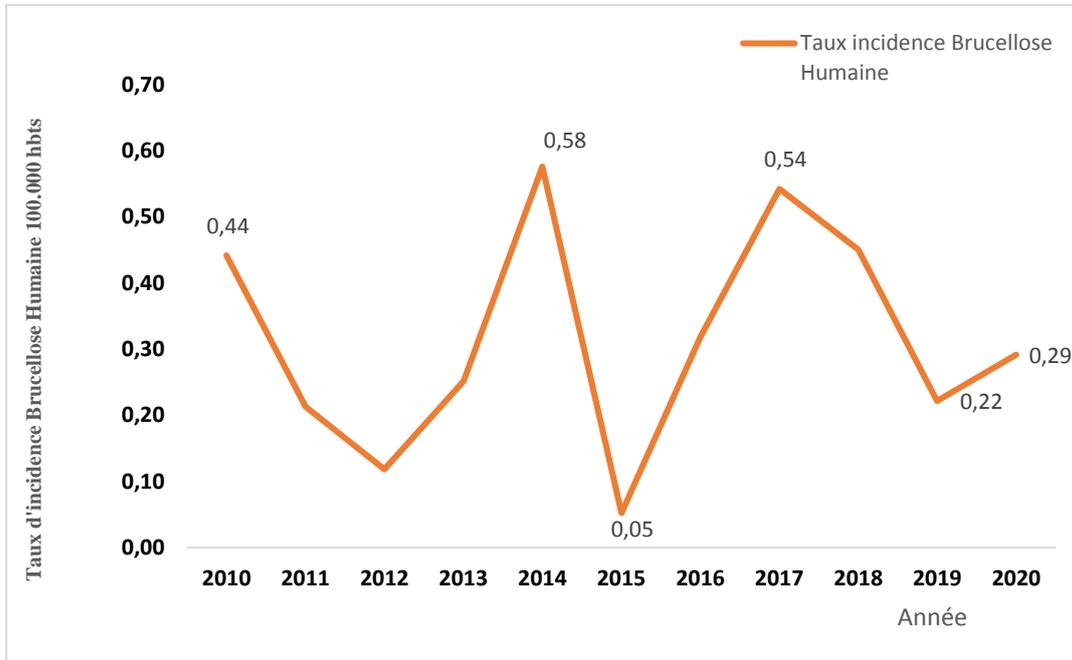


Figure 17 : Evolution de l'incidence annuelle Brucellose

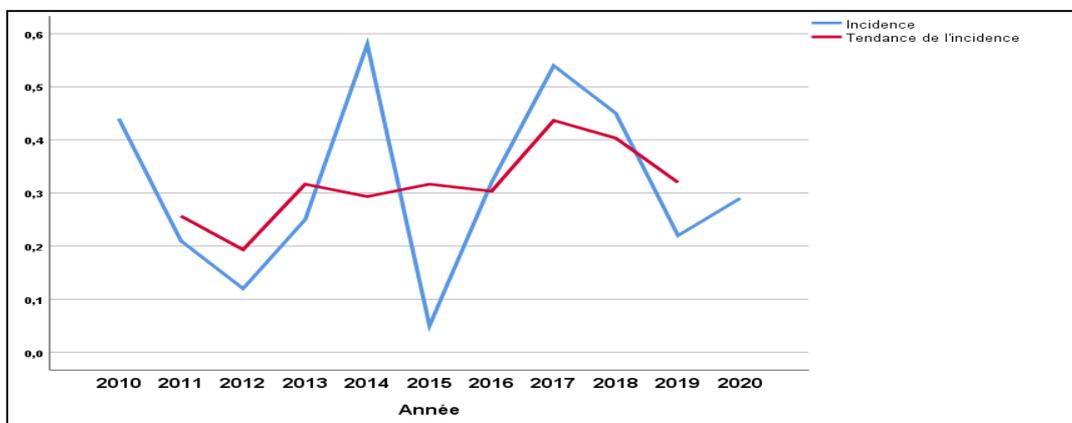


Figure 18: Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Wilaya Constantine

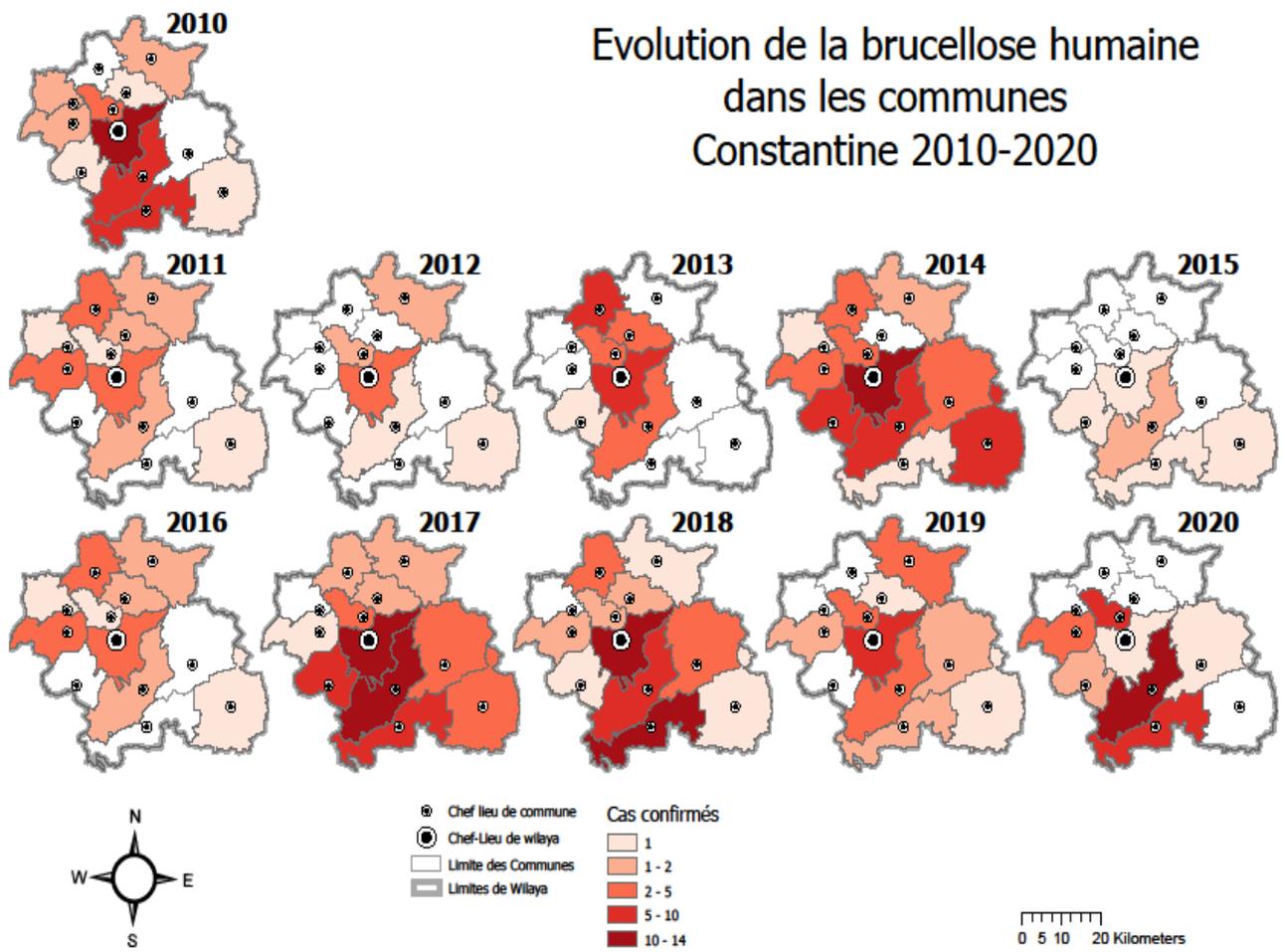


Figure 19 : Evolution spatio-temporelle de la brucellose humaine

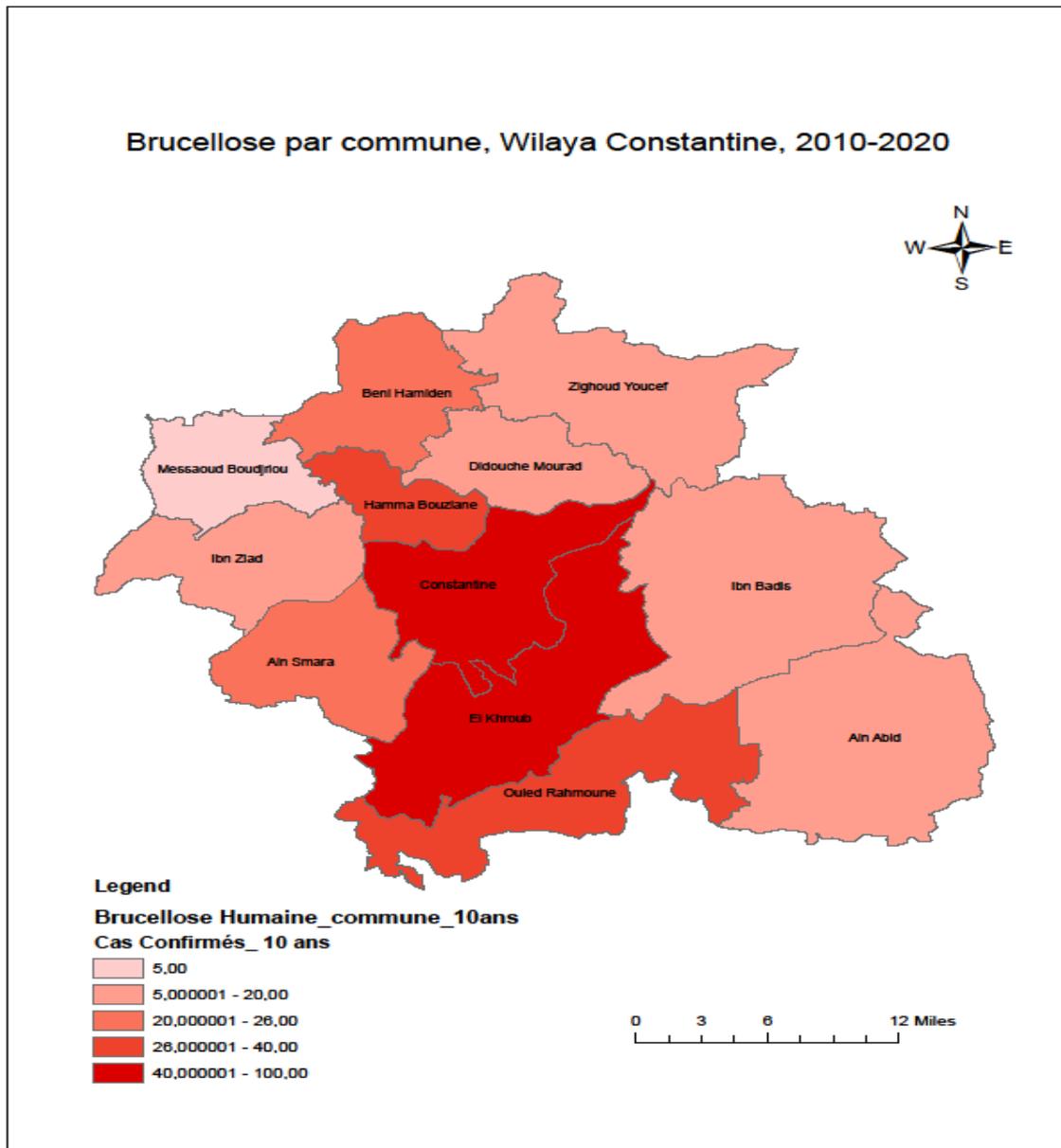


Figure 20 : Répartition géographique des cas de brucellose humaine sur dix ans

CHAPITRE IV : RESULTATS

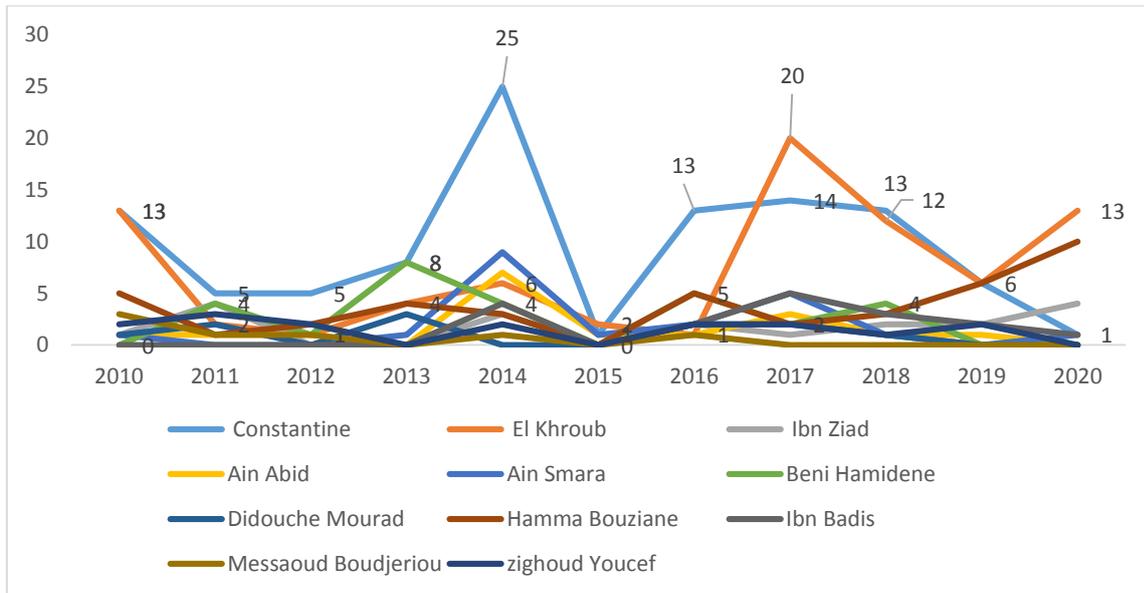


Figure 21 : Répartition des cas de Brucellose humaine par année et par commune

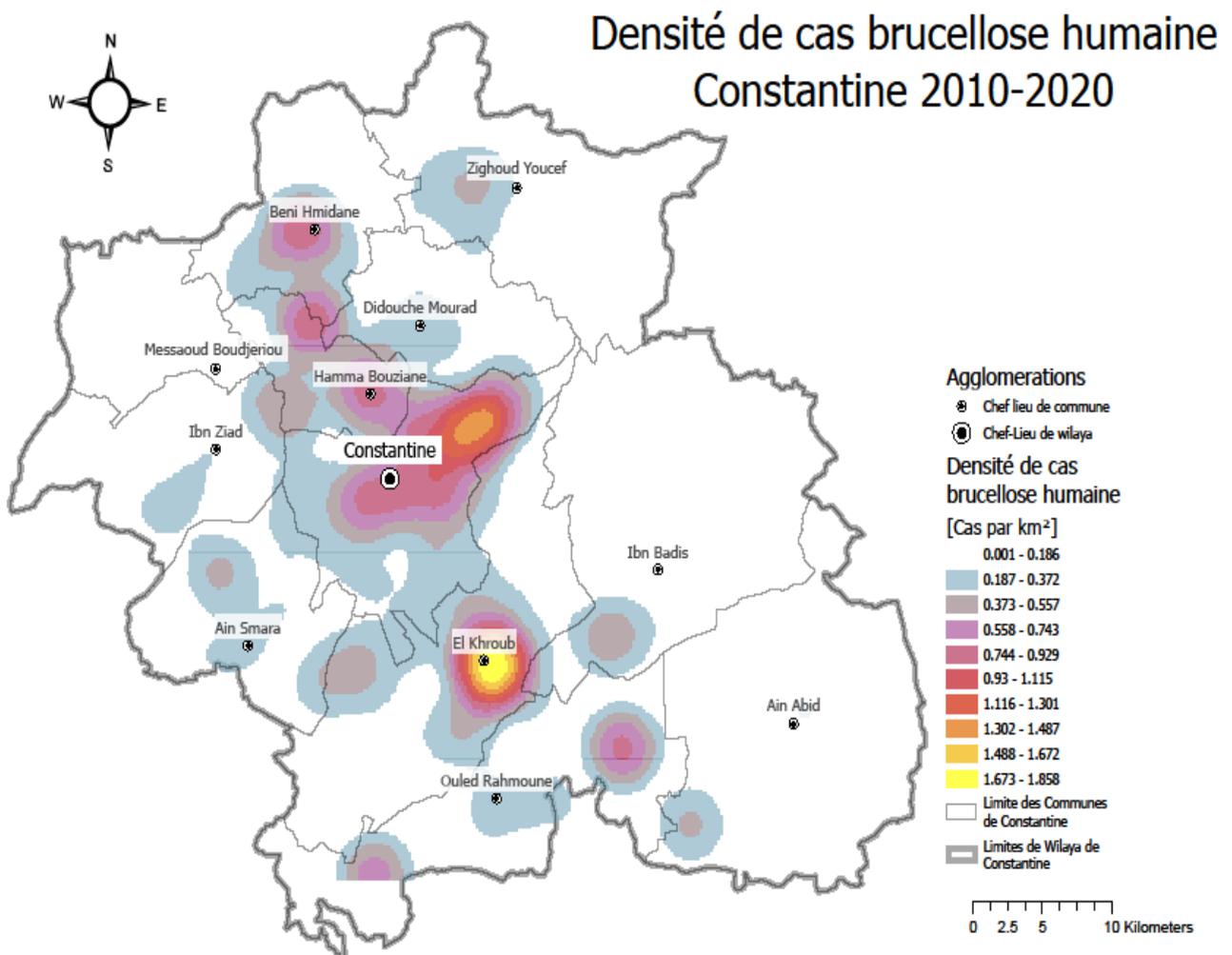


Figure 22 : Répartition géographique de la densité de cas de brucellose Humaine

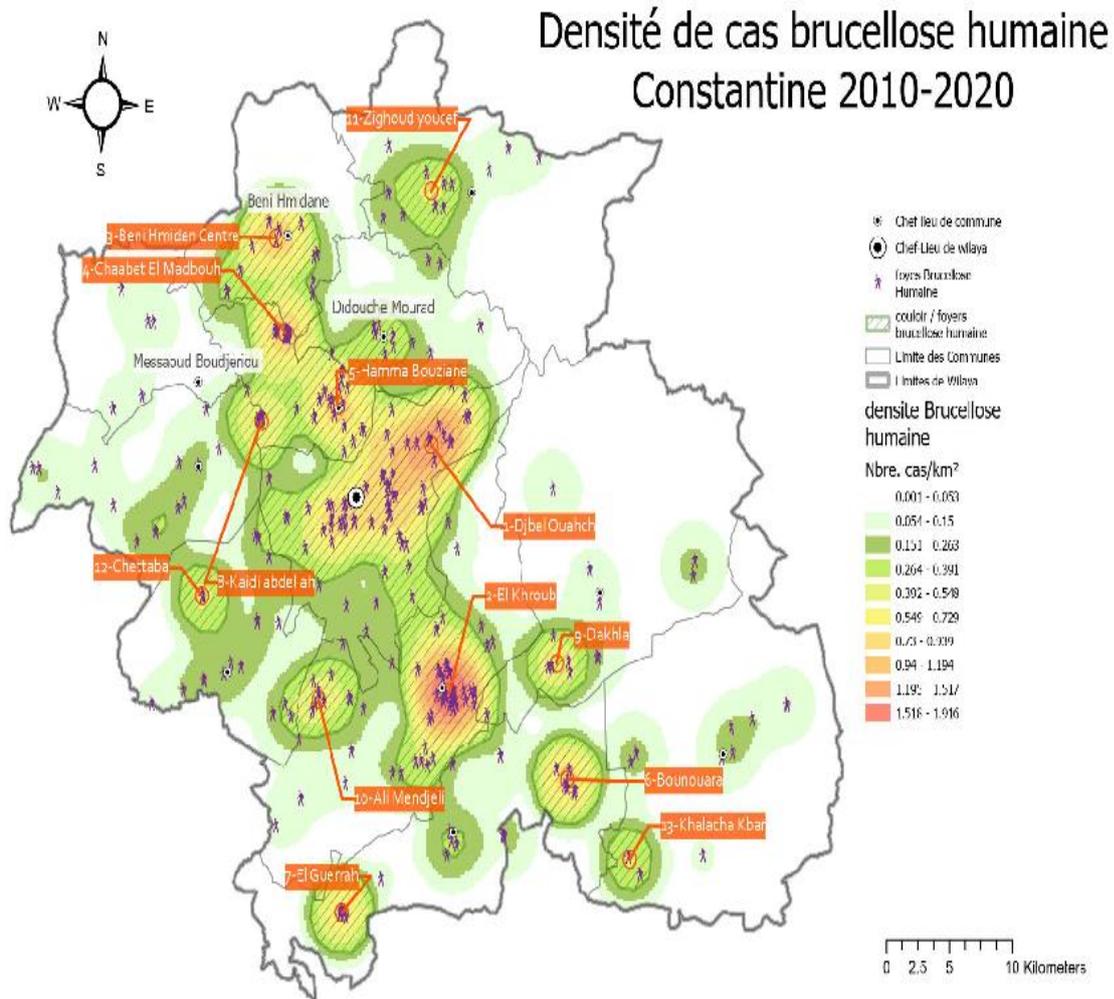


Figure 23 : Répartition géographique de la densité de cas de brucellose Humaine

Tableau 11 : Cas de Brucellose par commune et année de diagnostic

Commune	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Constantine	13	5	5	8	25	1	13	14	13	6	1	104
El Khroub	13	2	1	4	6	2	1	20	12	6	13	80
Hamma	5	1	2	4	3	0	5	2	3	6	10	41
Bouziane												
Ouled	7	0	0	0	1	1	1	8	13	2	6	39
Rahmoune												
Beni	0	4	1	8	4	0	5	2	4	0	0	28
Hamidene												
Ain Smara	1	0	0	1	9	1	2	5	1	0	1	21
Ibn Ziad	1	4	0	0	3	0	2	1	2	2	4	19
Ain Abid	1	1	1	0	7	1	1	3	1	1	0	17
Ibn Badis	0	0	0	0	4	0	2	5	3	2	1	17
Zighoud	2	3	2	0	2	0	2	2	1	2	0	16
Youcef												
Didouche	1	2	0	3	0	0	2	2	1	0	0	11
Mourad												
Messaoud	3	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	07
Boudjeriou												
Total	47	23	13	28	65	6	37	64	54	27	36	400

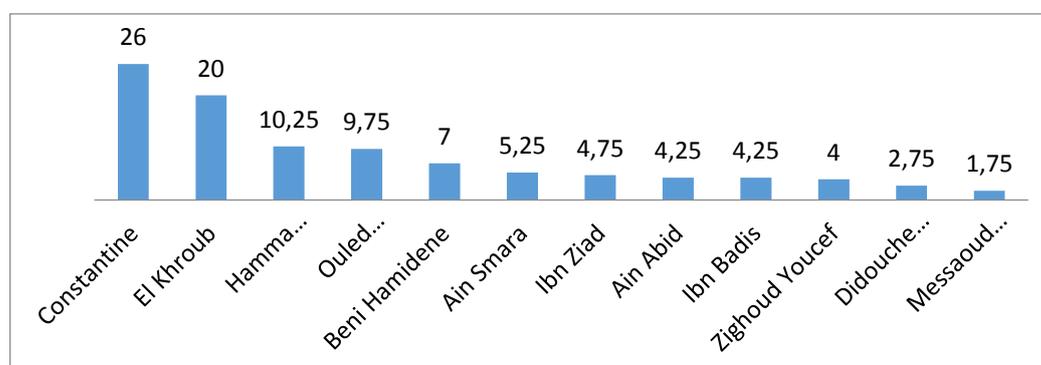


Figure 24 : Proportion de la brucellose Humaine par commune

CHAPITRE IV : RESULTATS

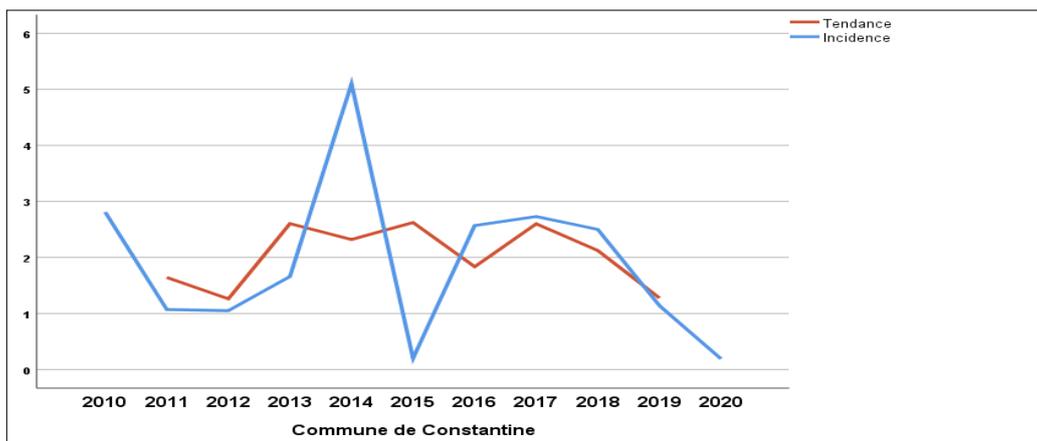


Figure 25: Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Constantine

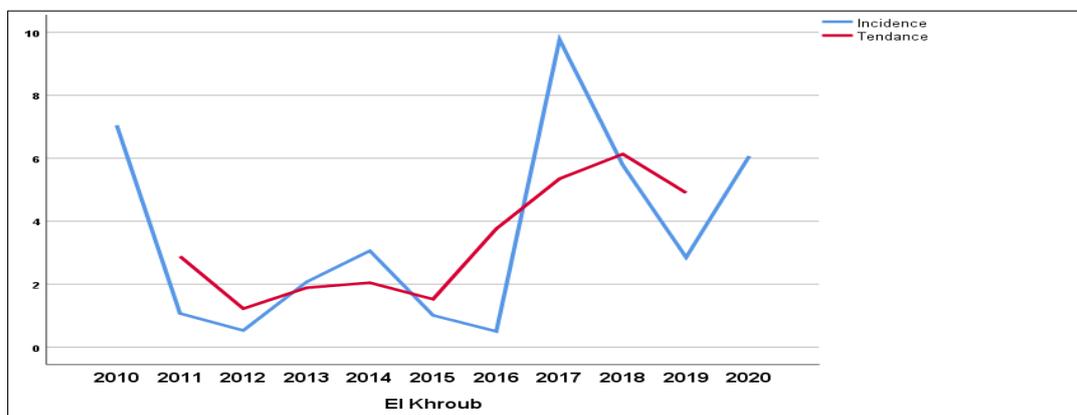


Figure 26 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, d'El Khroub

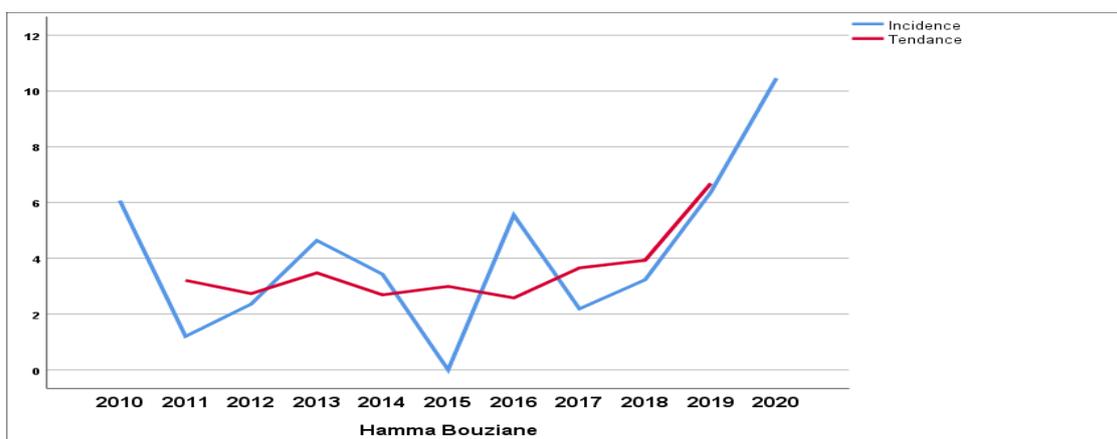


Figure 27: Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Hamma Bouziane

CHAPITRE IV : RESULTATS

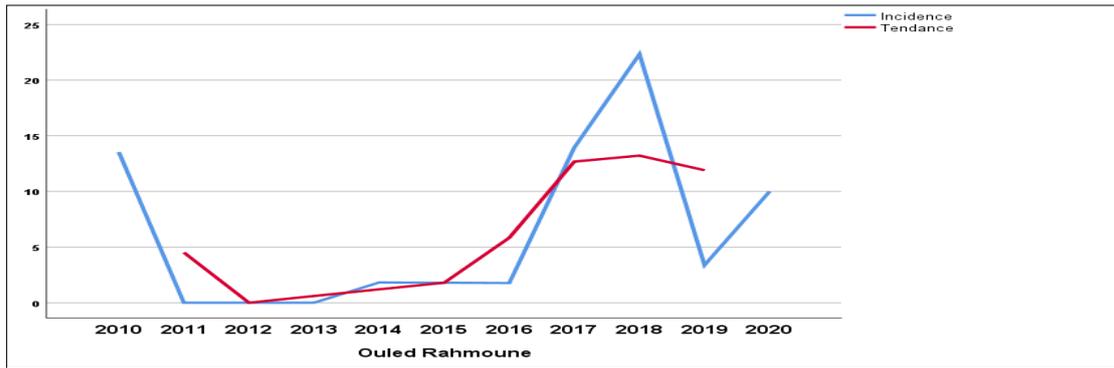


Figure 28 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ouled Rahmoune

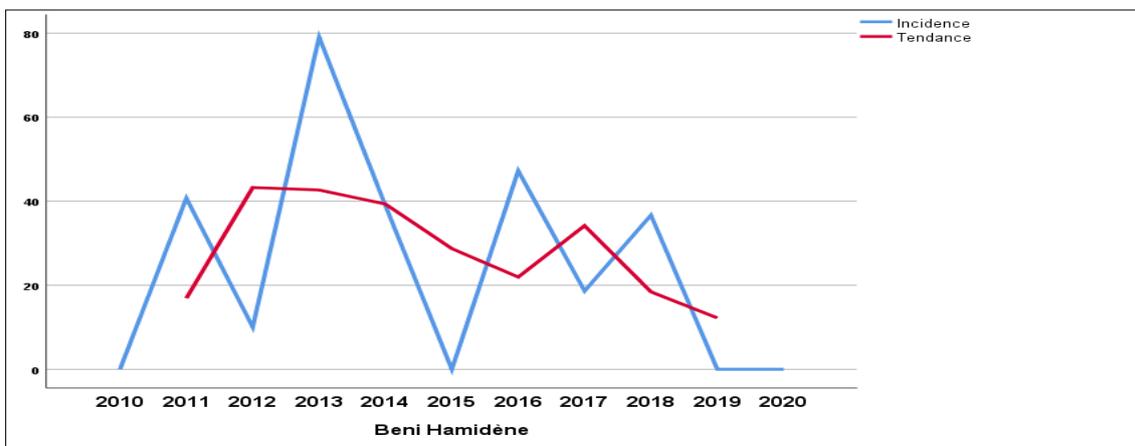


Figure 29 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Beni Hamidene

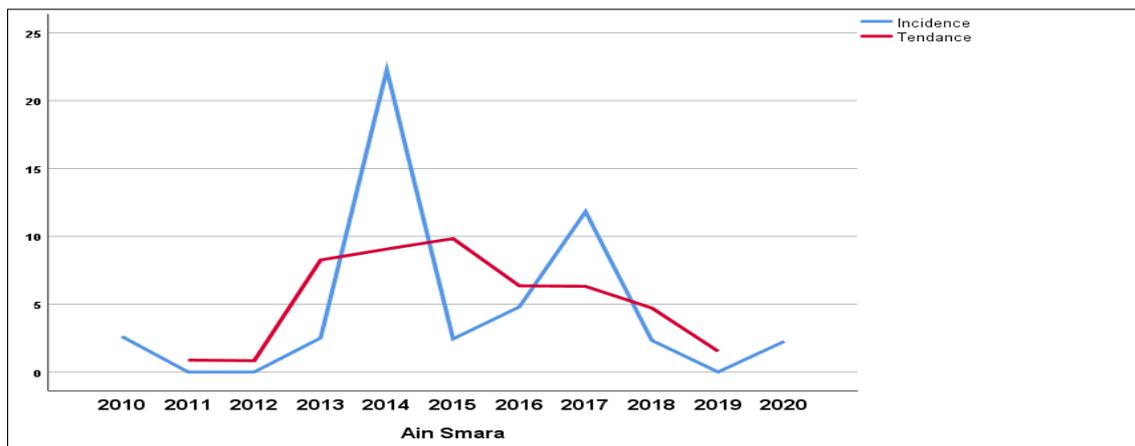


Figure 30 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ain Smara

CHAPITRE IV : RESULTATS

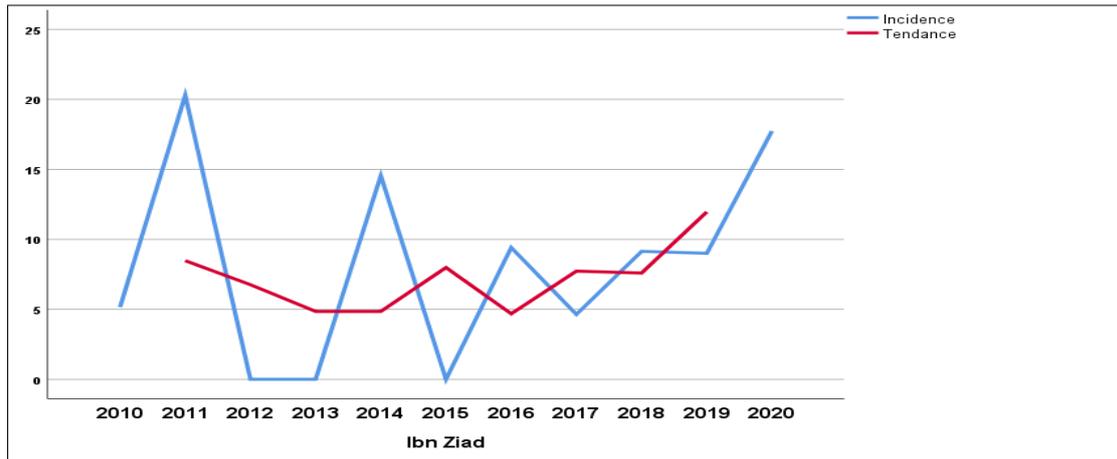


Figure 31 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ibn Ziad

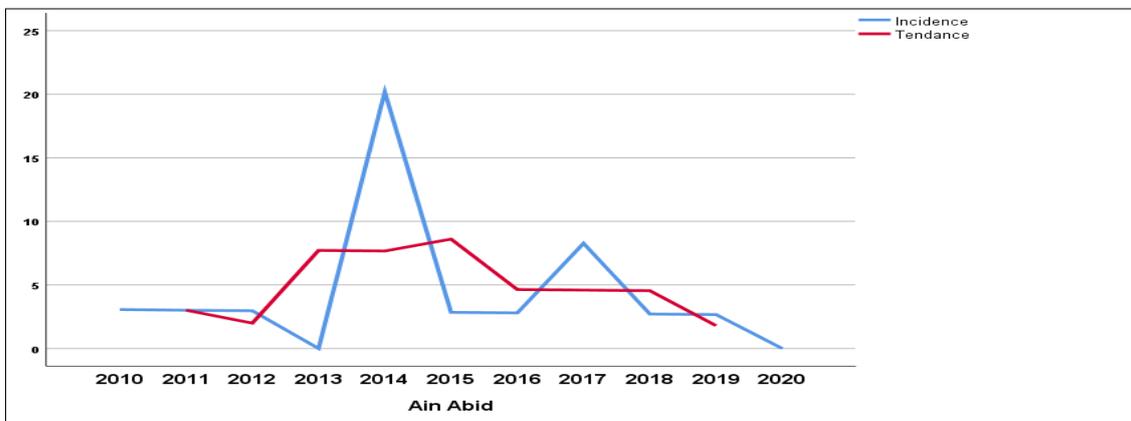


Figure 32 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ain Abid.

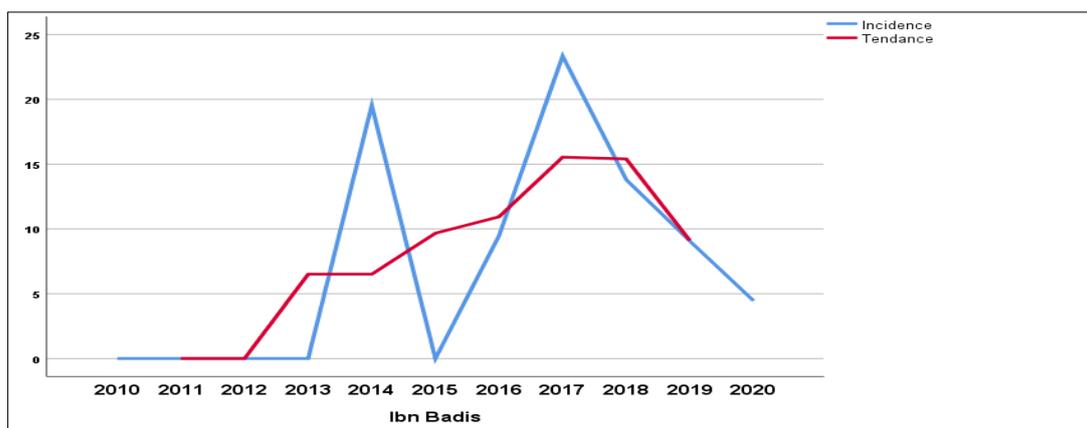


Figure 33 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Ibn Badis.

CHAPITRE IV : RESULTATS

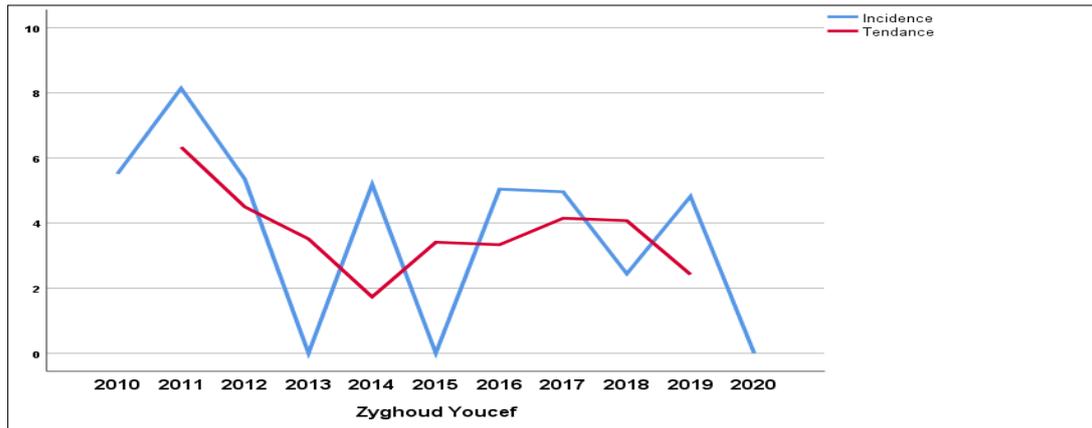


Figure 34 : Incidence et tendance par nombre de cas Brucellose, Zyghoud Youcef.

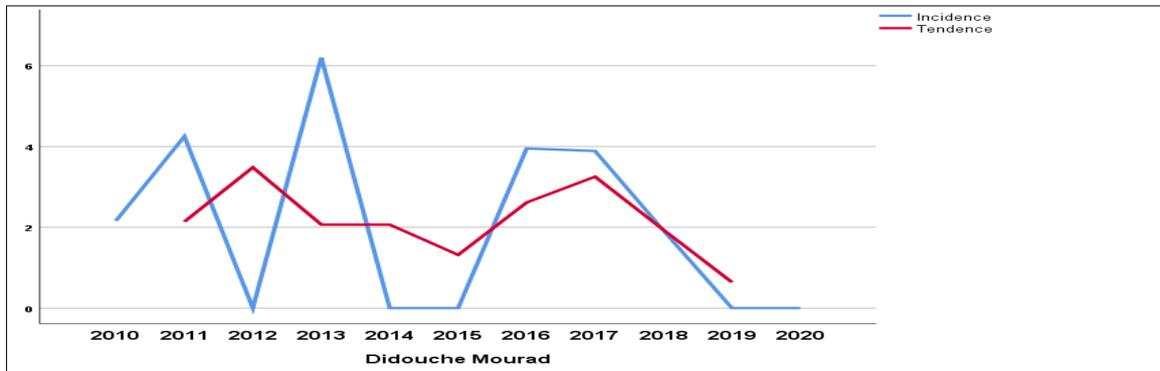


Figure 35 : Incidence et tendance par nombre cas Brucellose, Didouche Mourad.

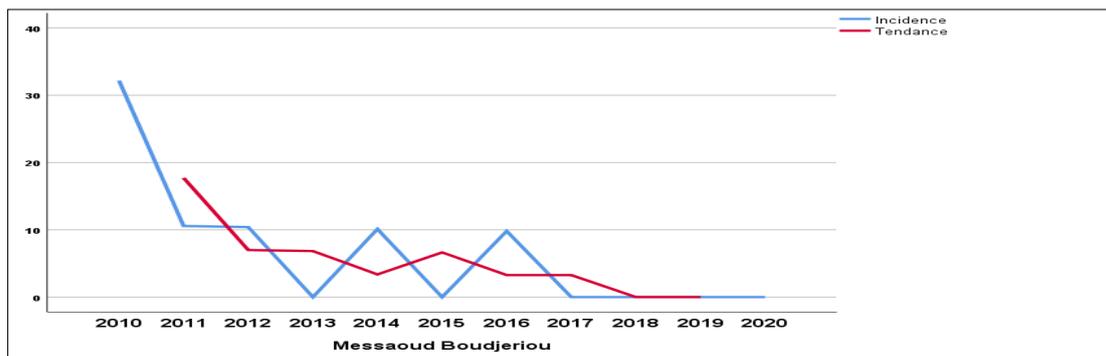


Figure 36 : Incidence et tendance par nombre cas Brucellose, Messaoud Boudjeriou

CHAPITRE IV : RESULTATS

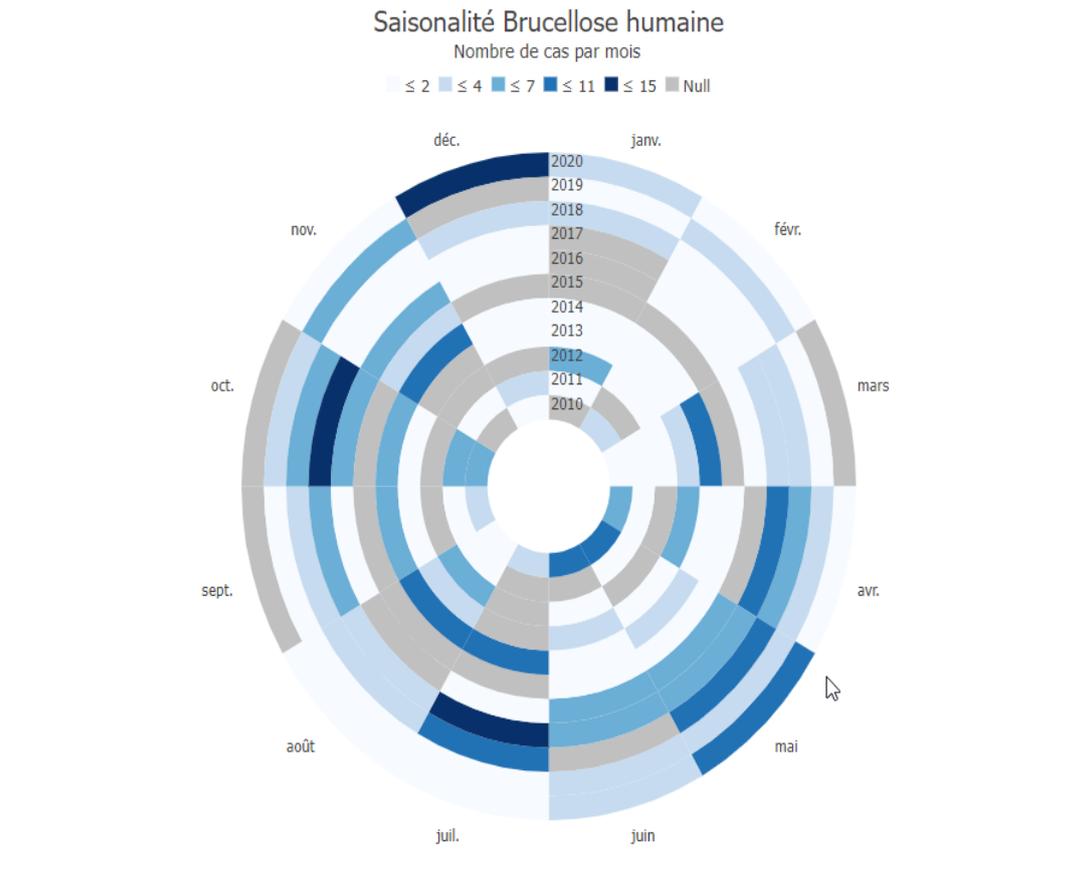


Figure 37 : Saisonnalité de la Brucellose Humaine

Seuil d'alerte de la Brucellose :

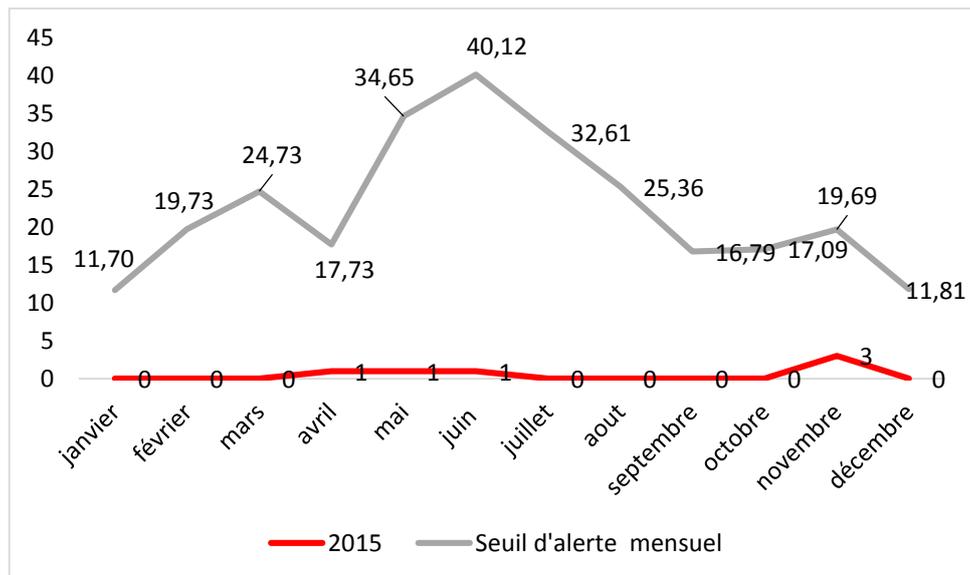


Figure 38 : Seuil d'alerte de la Brucellose Humaine, Wilaya Constantine, 2015

CHAPITRE IV : RESULTATS

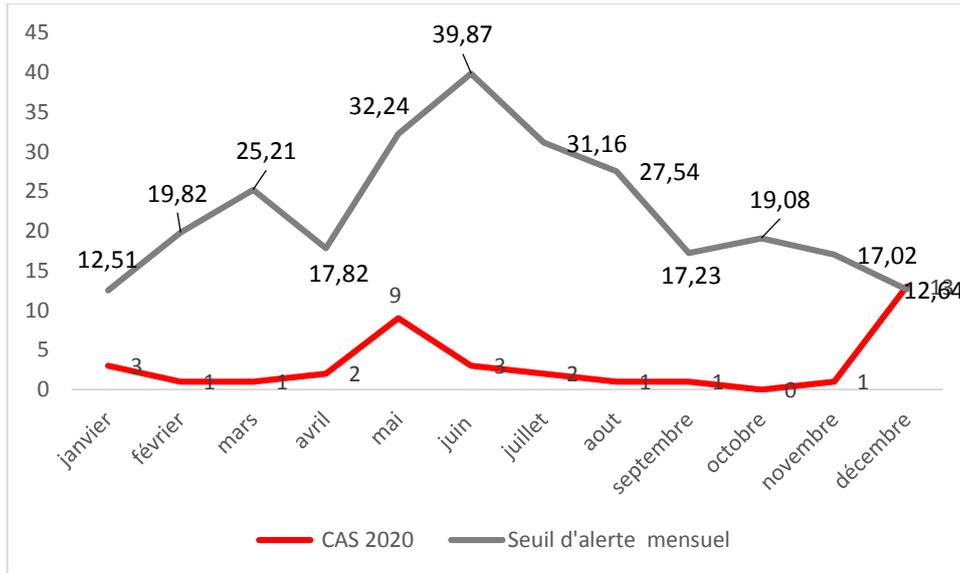


Figure 39 : Seuil d'alerte de la Brucellose Humaine, Constantine, 2020

3. Résultats santé animale :

Tableau 12 : données relatives à l'élevage

Données santé animale	Effectif
Total Exploitations tout statut confondu	2992
Exploitations Agréées	485
Exploitations SSI	2507
Total Bovins Fermes tout statut confondu	143403
Total vache laitière Fermes tout statut confondu	104754
Total Génisse tout statut confondu	15480
Total vèle tout statut confondu	23169
Total Bovins Fermes agréées	32346
Total vache laitière Fermes agréées	30439
Total Bovins Fermes SSI	111057
Total vache laitière Fermes SSI	74315
Nombre foyers brucellose animale (Ring test)	48 foyers
Nombre Foyers brucellose animale (sérologie)	224 foyers
Nombre cas brucellose animale	522 cas

3.1. Résultats relatifs aux établissements d'élevage, Constantine, 2010-2020

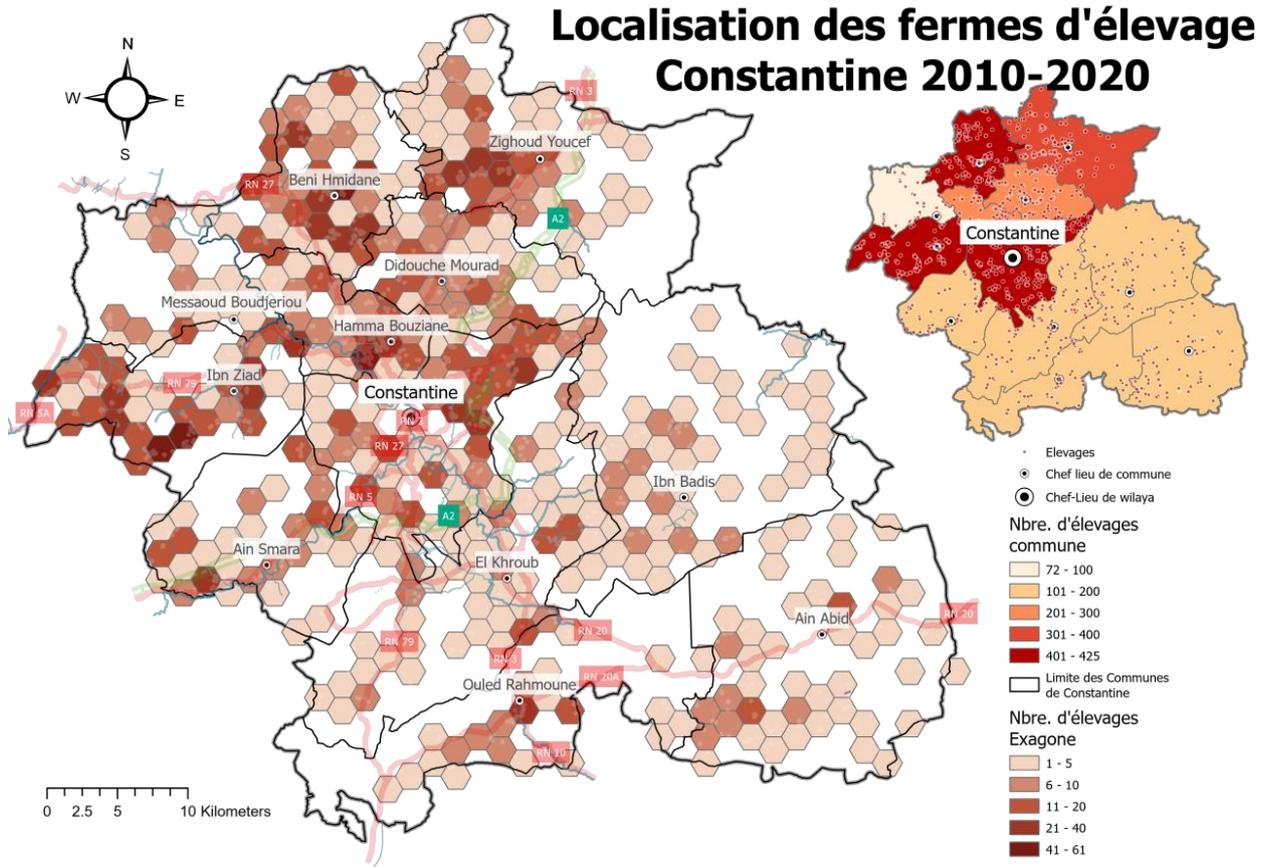


Figure 40 : Géolocalisation des fermes d'élevage de la Wilaya

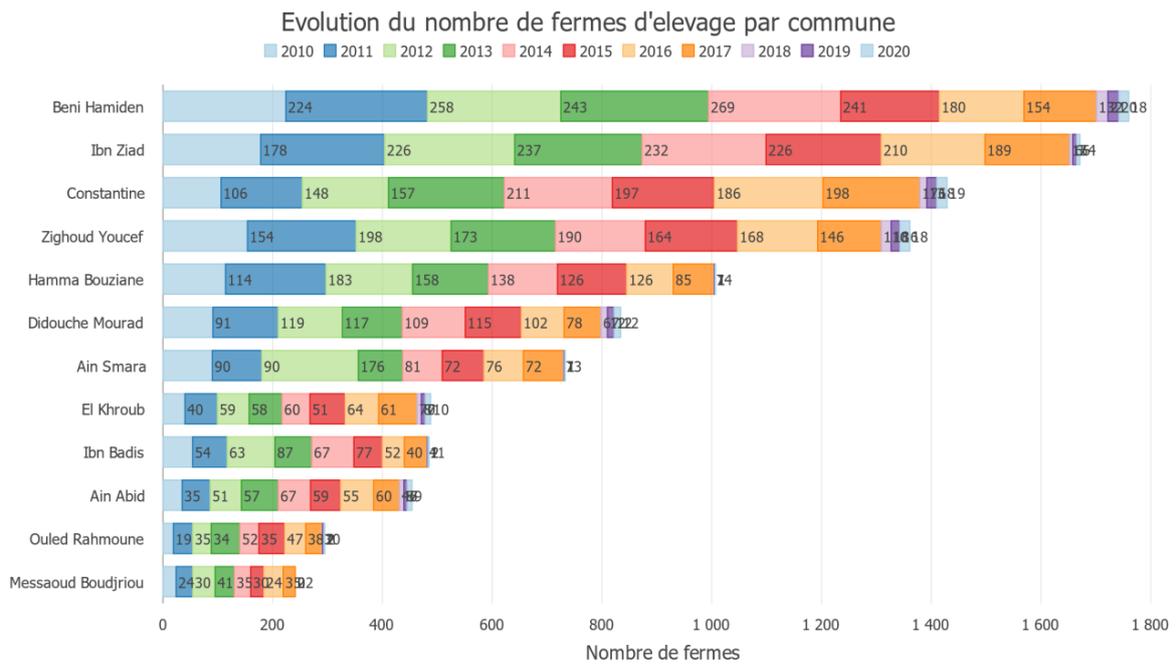


Figure 41 : Evolution du nombre des fermes par commune et par année

CHAPITRE IV : RESULTATS

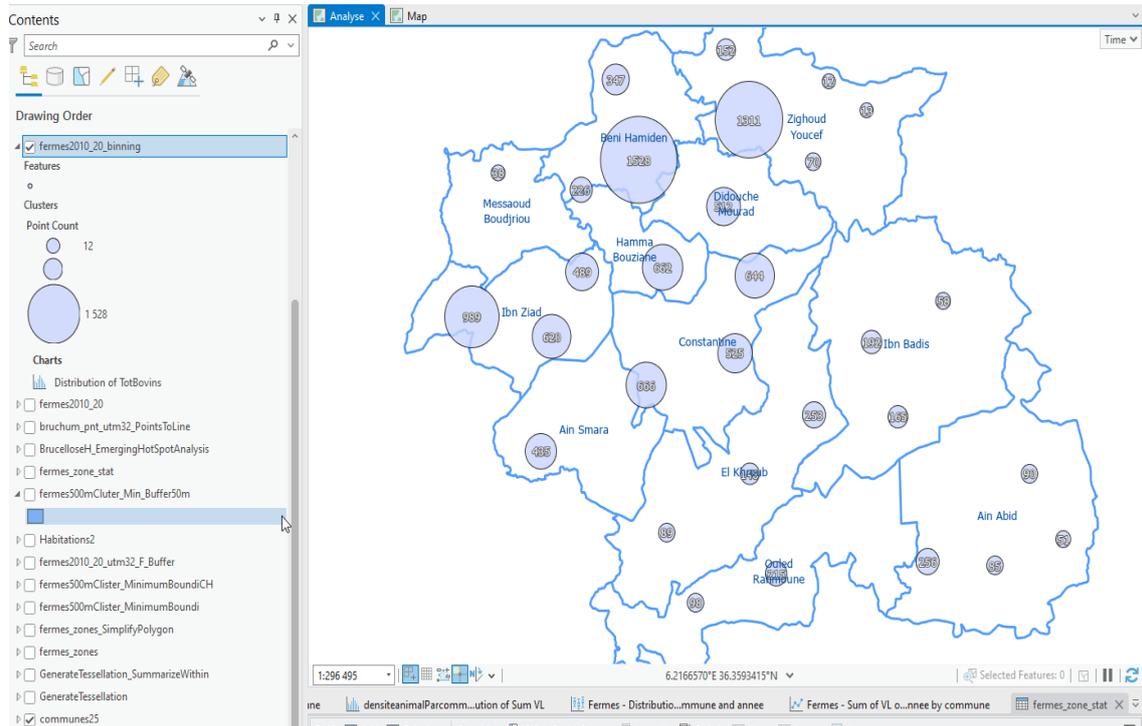


Figure 42 : Clusters des fermes tout statut confondu (agrées & SSI) par commune

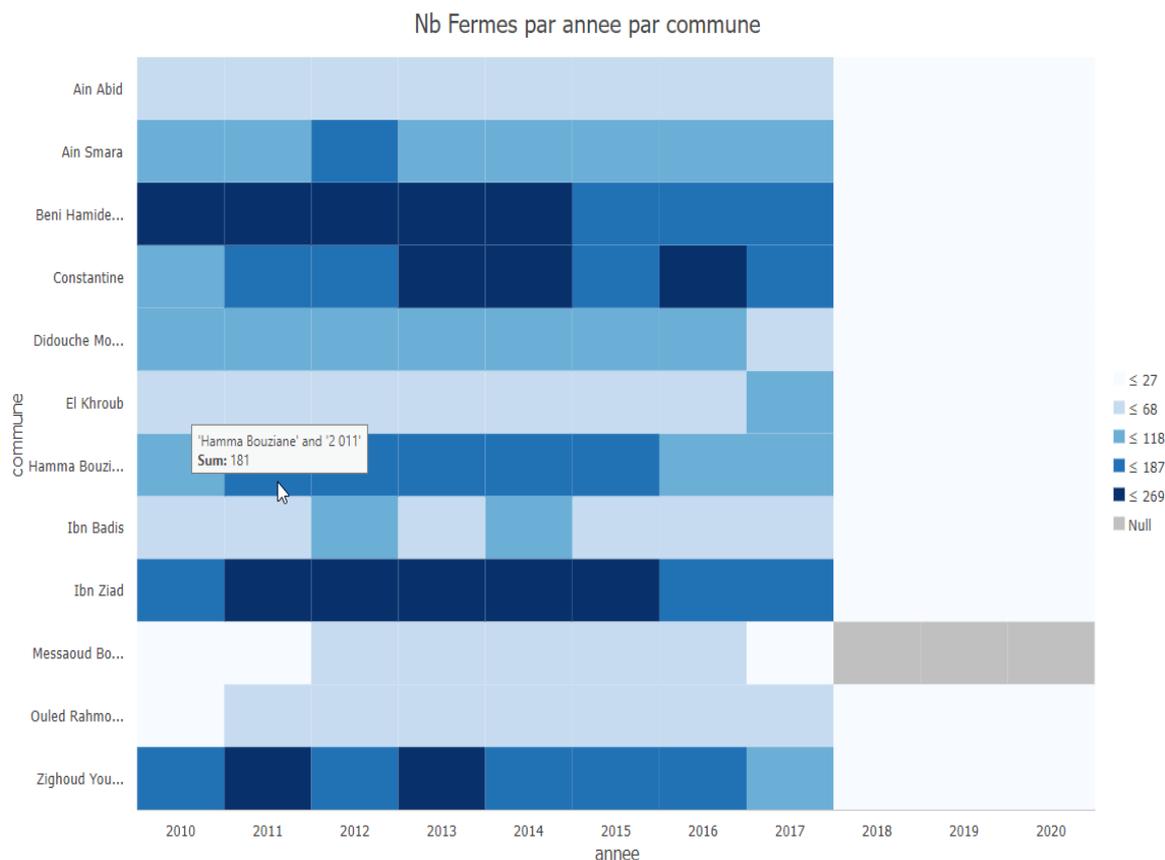


Figure 43 : Nombre de fermes agrées par commune et année, 2010-2020

Densité des Fermes Constantine 2010-2020

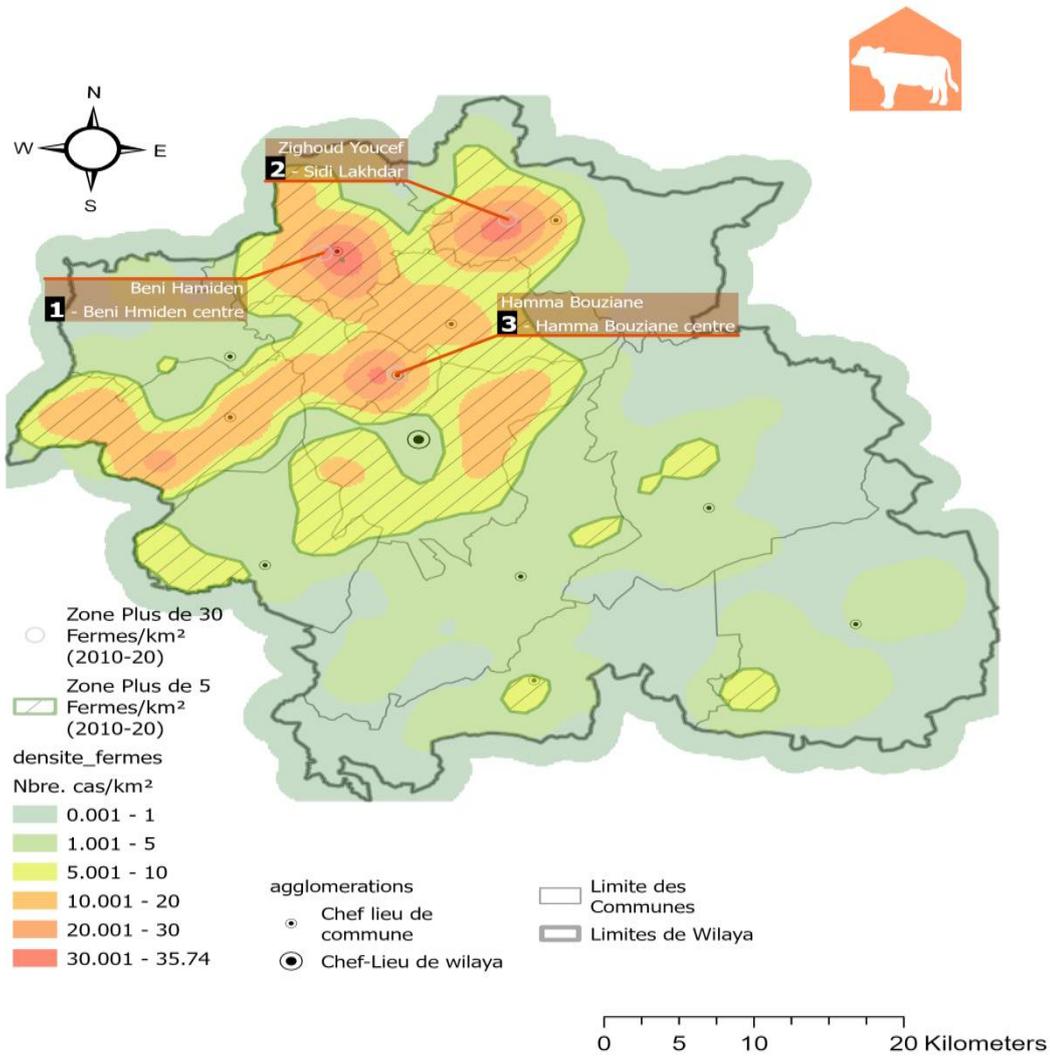


Figure 44 : Répartition territoriale de la Densité des fermes par commune, 2010-2020

Densité des fermes agrées (BIV) & statut sanitaire inconnu (SSI) Constantine 2010-2020

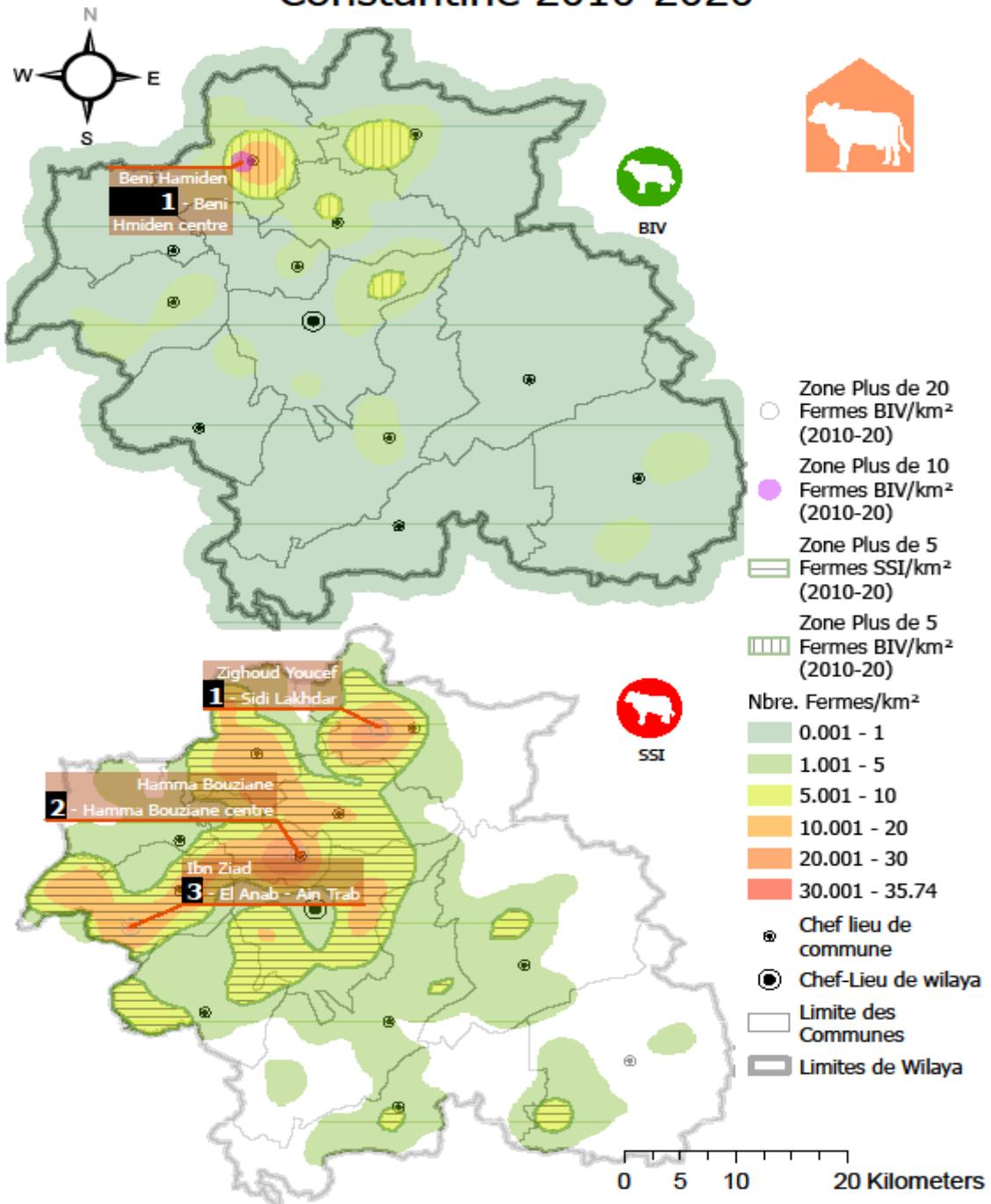


Figure 45 : Répartition territoriale Densité des fermes BIV / fermes SSI

CHAPITRE IV : RESULTATS

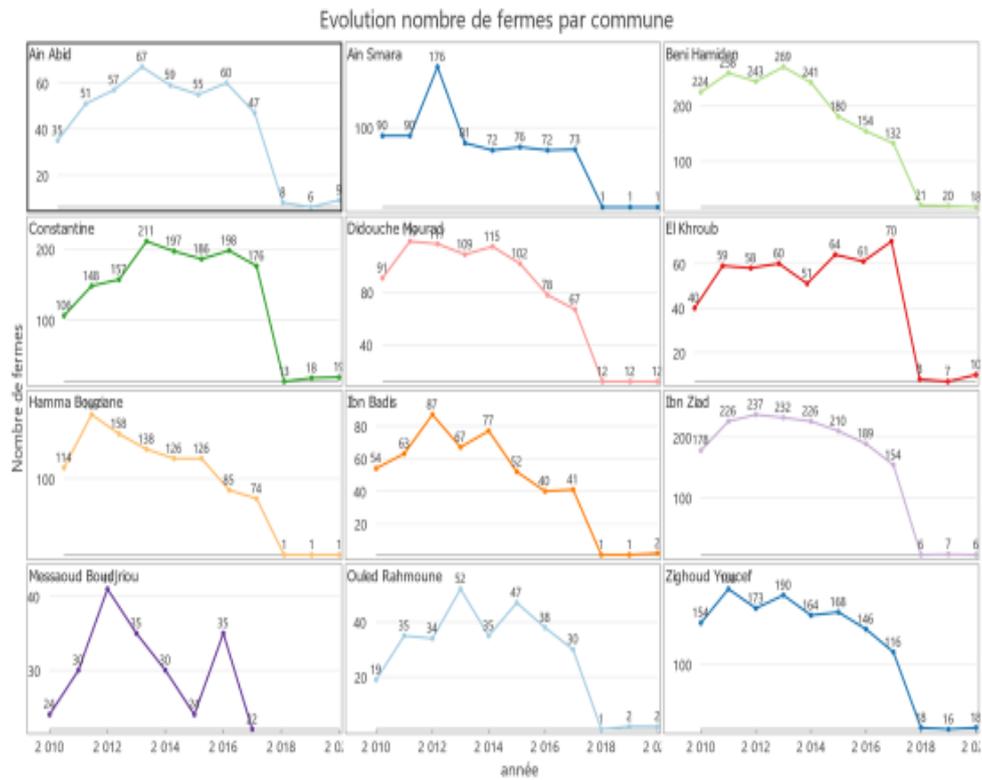


Figure 46 : Evolution de l'effectif des fermes par commune, 2010-2020

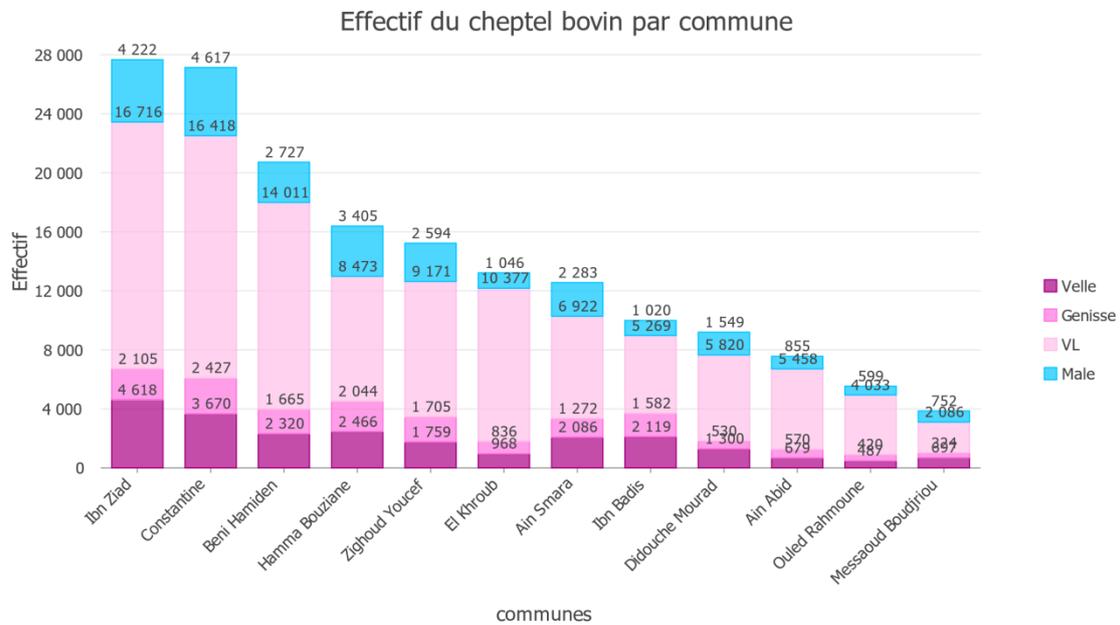


Figure 47 : Effectif Cheptel (Vêlé, Génisse, VL et Male) par commune 2010-2020

CHAPITRE IV : RESULTATS

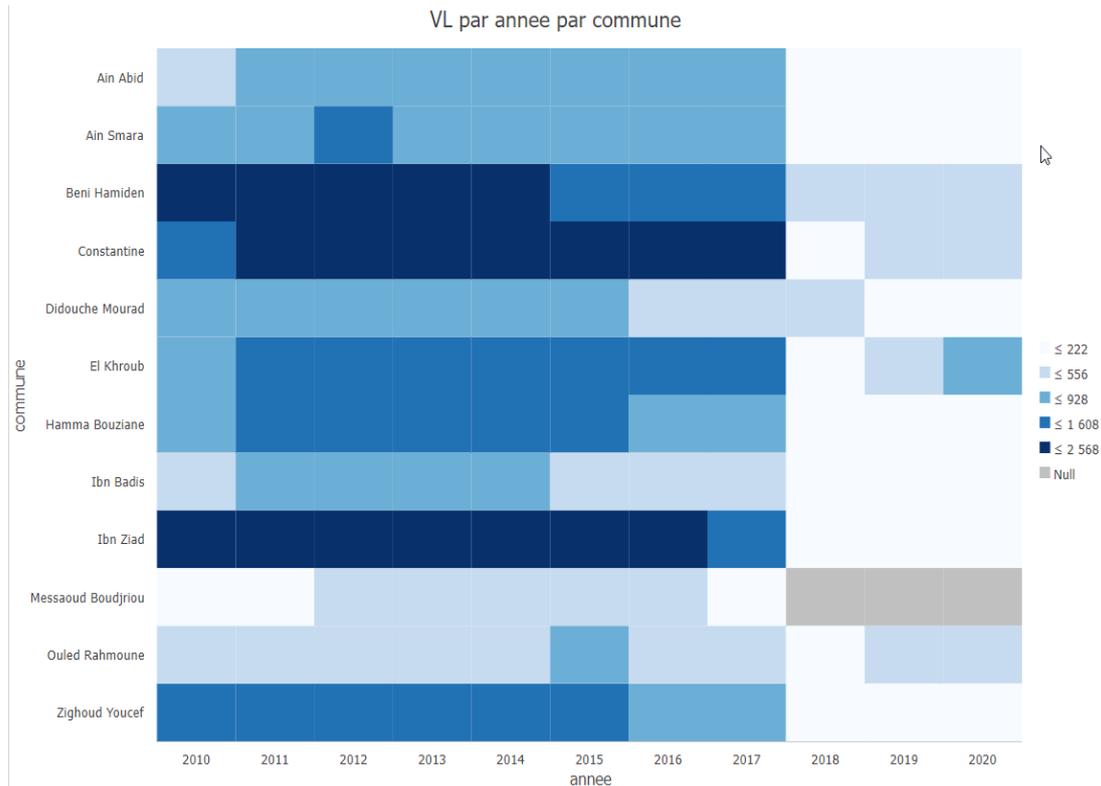


Figure 48 : la Vache laitière des fermes (agrées et SSI) par année et par commune



Figure 49 : Vache laitière selon le statut sanitaire par commune 2010-2020

Densité des vaches laitières Constantine 2010-2020

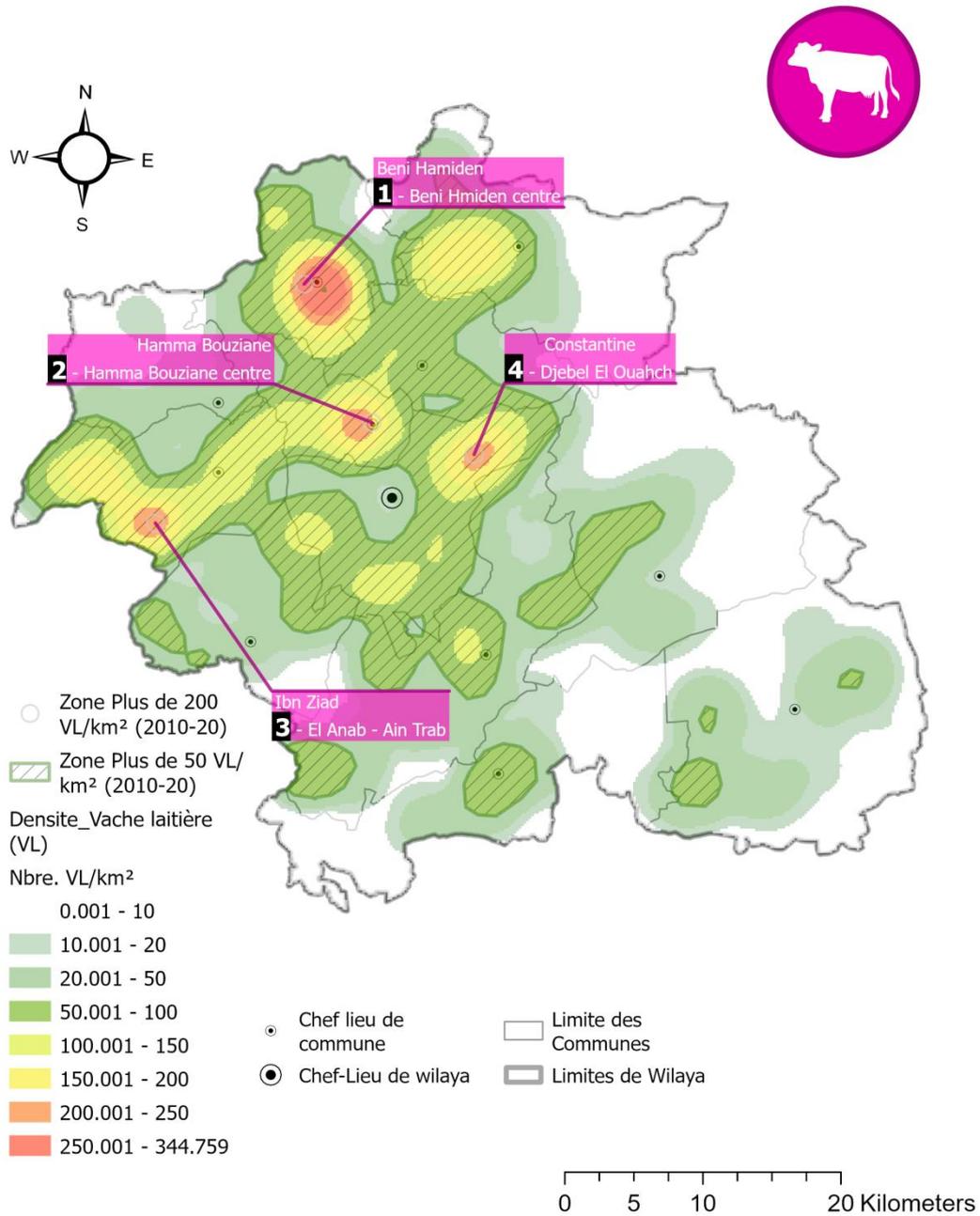


Figure 50 : Répartition de la densité de la Vache laitière selon le statut sanitaire

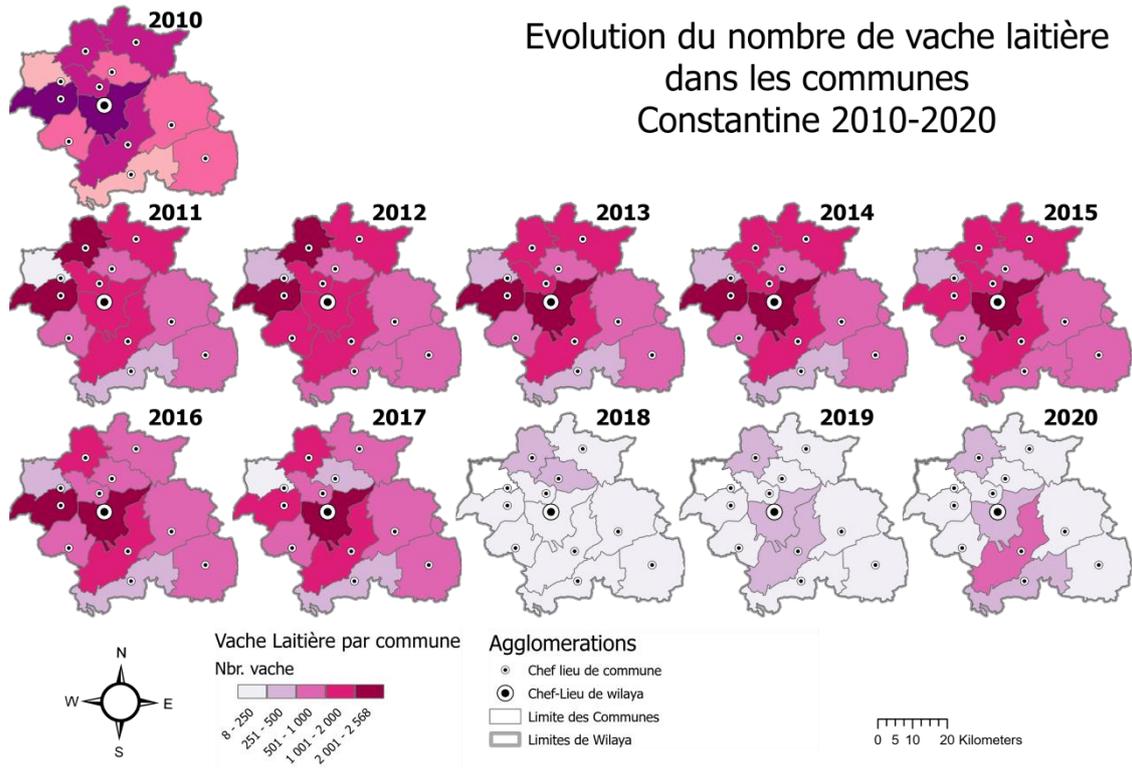


Figure 51 : Répartition spatio- temporelle du nombre de la Vache laitière

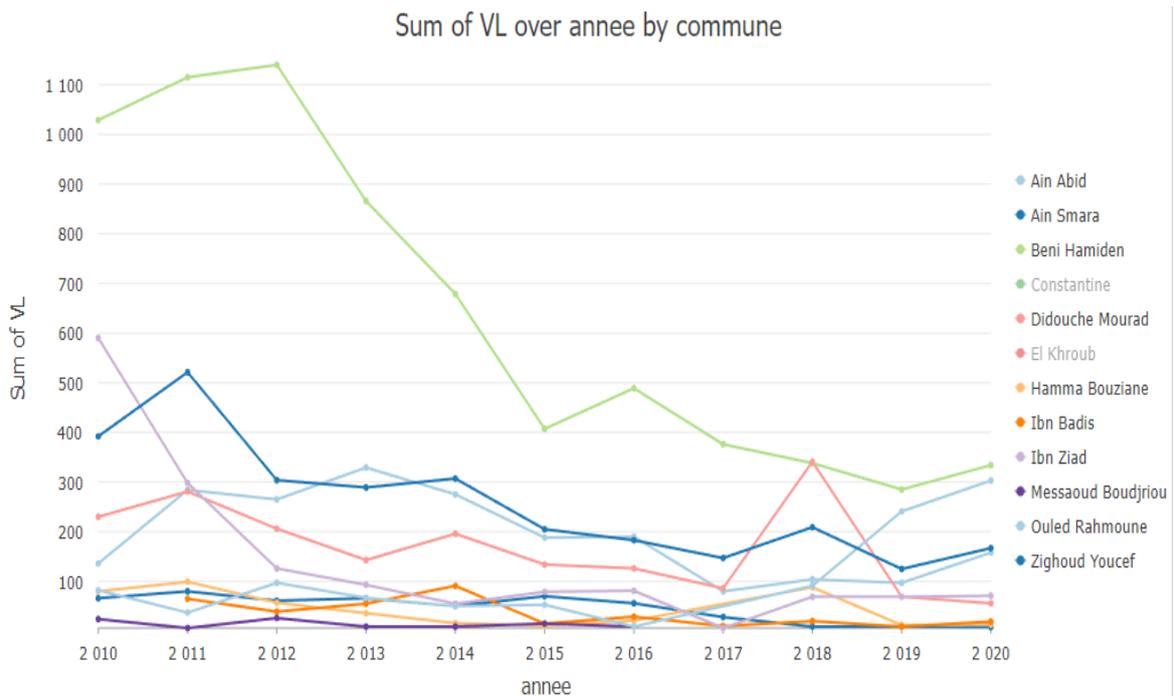


Figure 52 : Evolution de l'effectif de la Vache Laitière par commune et par année

3.2. Résultats relatifs au dépistage des bovins

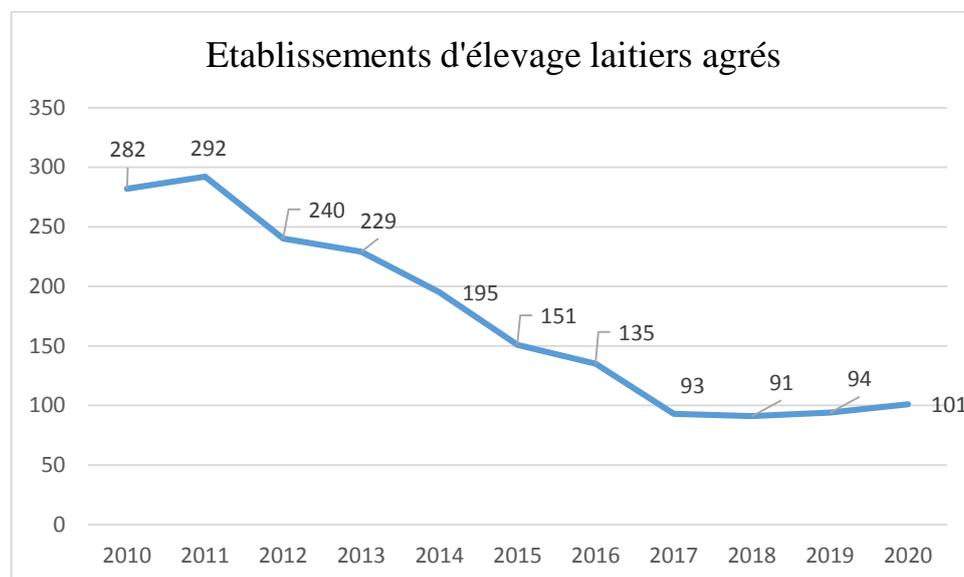


Figure 53 : Evolution annuelle du nombre des établissements d'élevage agréés dépistés

Tableau 13 : Dépistage dans la Wilaya Constantine 2010-2020

Année	Bovins visités		VL visités		Bovins dépistés		Dépistage %
	Eff	%	Eff	%	Eff	%	
2010	728	12.0	725	12.5	613	11.6	84.2
2011	1235	20.4	1224	21.1	918	17.4	74.3
2012	511	8.4	511	8.8	501	9.5	98.0
2013	767	12.7	762	13.1	667	12.6	87.0
2014	334	5.5	330	5.7	301	5.7	90.1
2015	594	9.8	619	10.6	557	10.6	93.8
2016	348	5.7	348	6.0	316	6.0	90.8
2017	230	3.8	230	4.0	209	4.0	90.9
2018	247	4.1	247	4.2	215	4.1	87.0
2019	551	9.1	300	5.2	478	9.1	86.8
2020	517	8.5	517	8.9	501	9.5	96.9
Total	6062	100.0	5813	100.0	5276	100.0	87.0

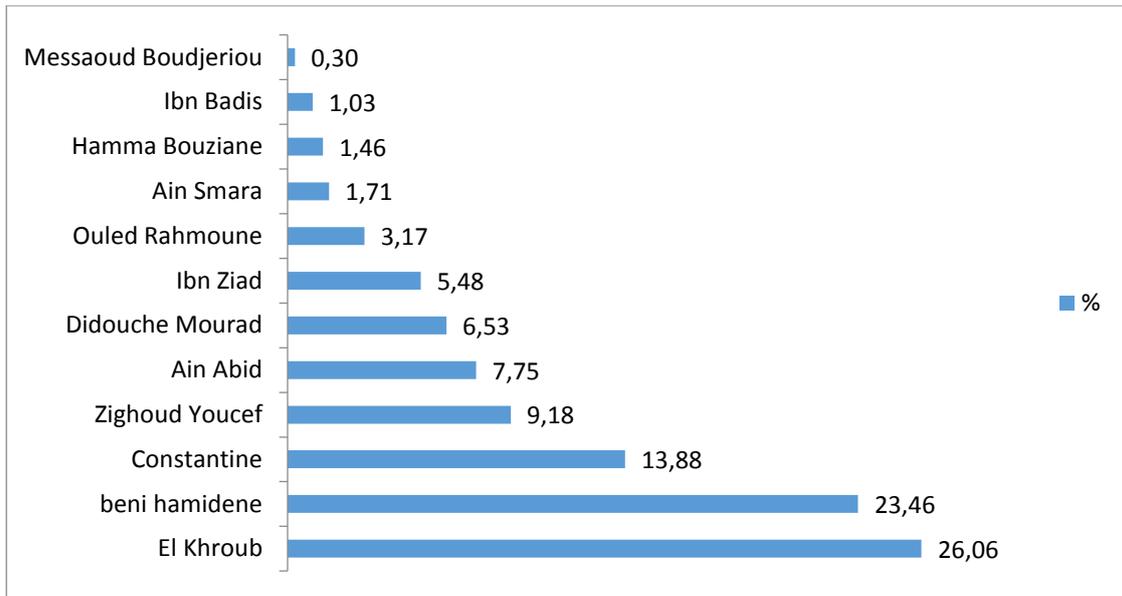


Figure 54 : Bovins dépistés par commune

3.3. Caractéristiques épidémiologiques des cas de Brucellose animale

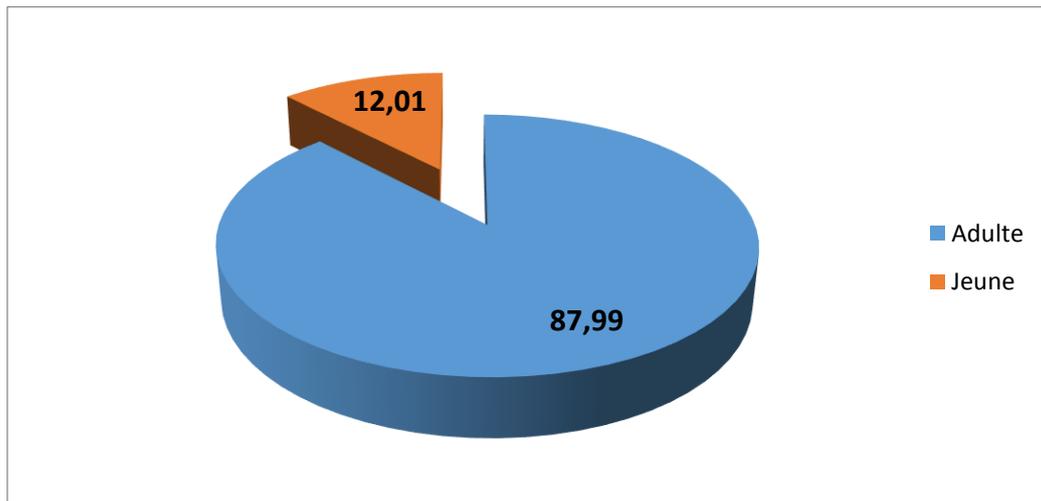


Figure 55 : Bovins contaminés selon l'âge

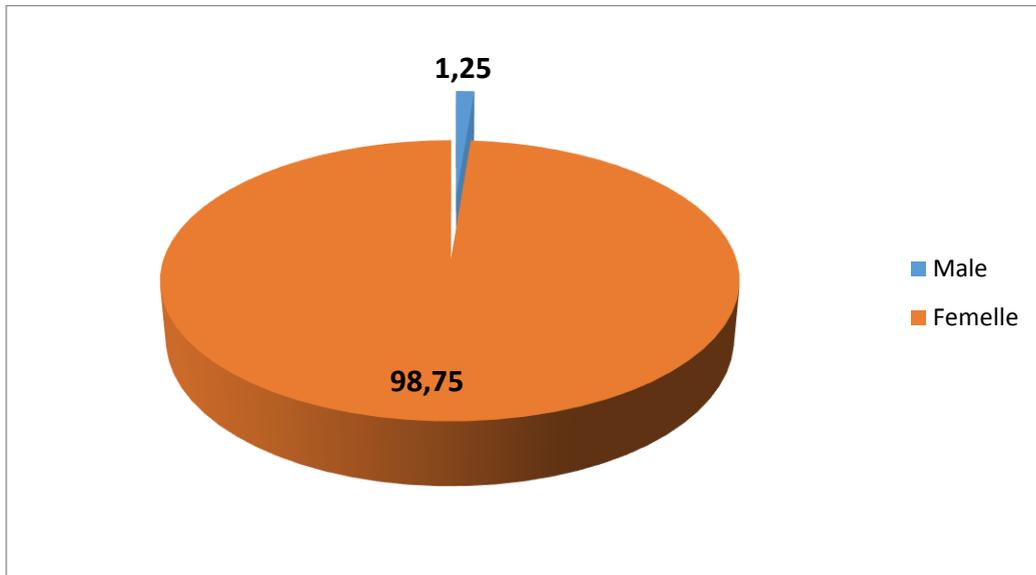


Figure 56: Bovins contaminés selon le sexe

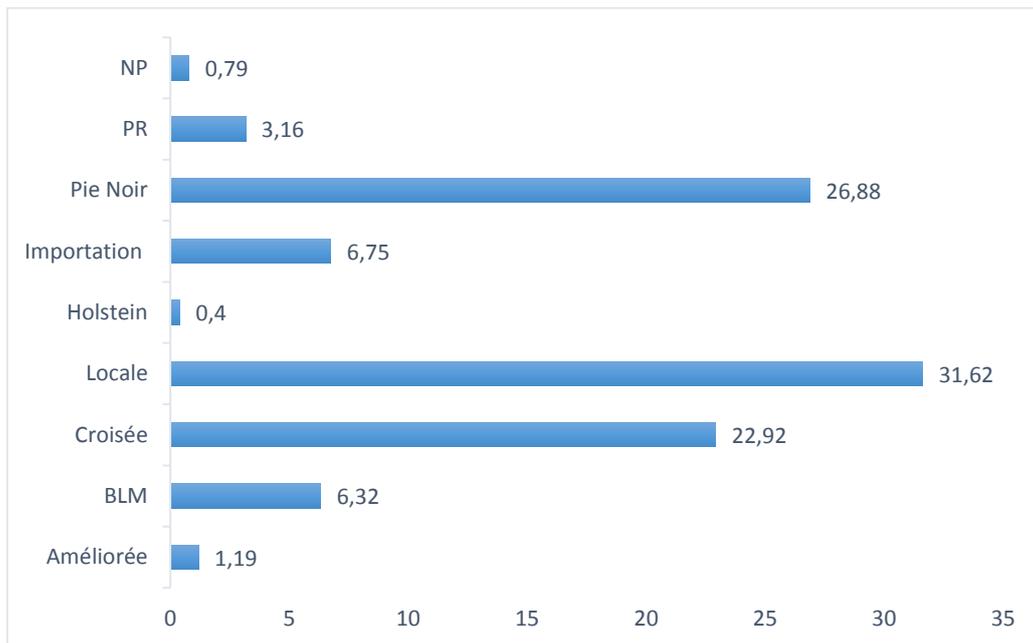


Figure 57: Bovins contaminés selon la Race

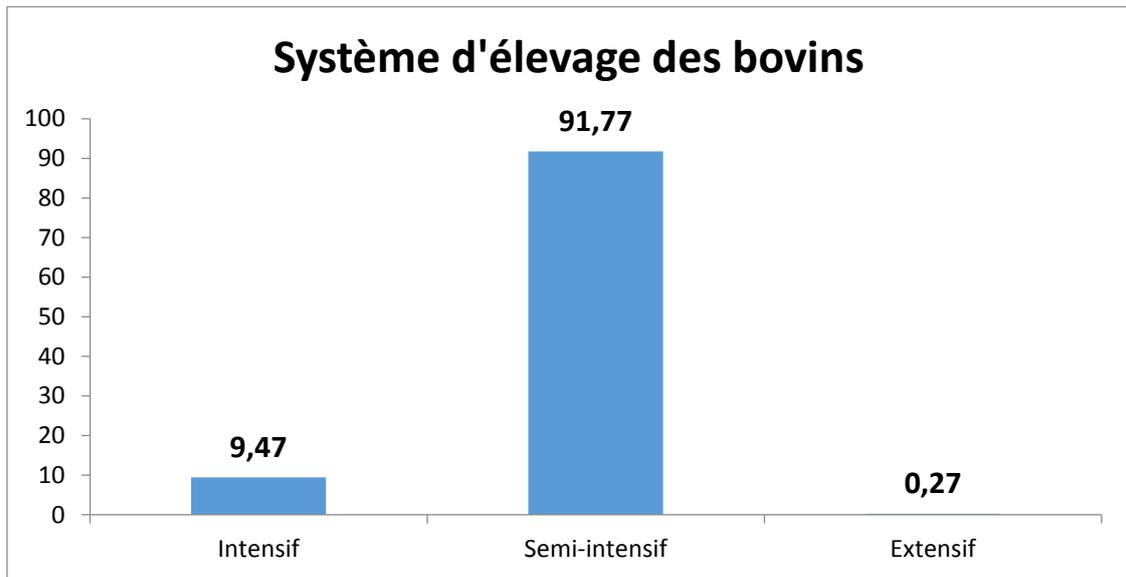


Figure 58 : Typologie du système d'élevage des bovins

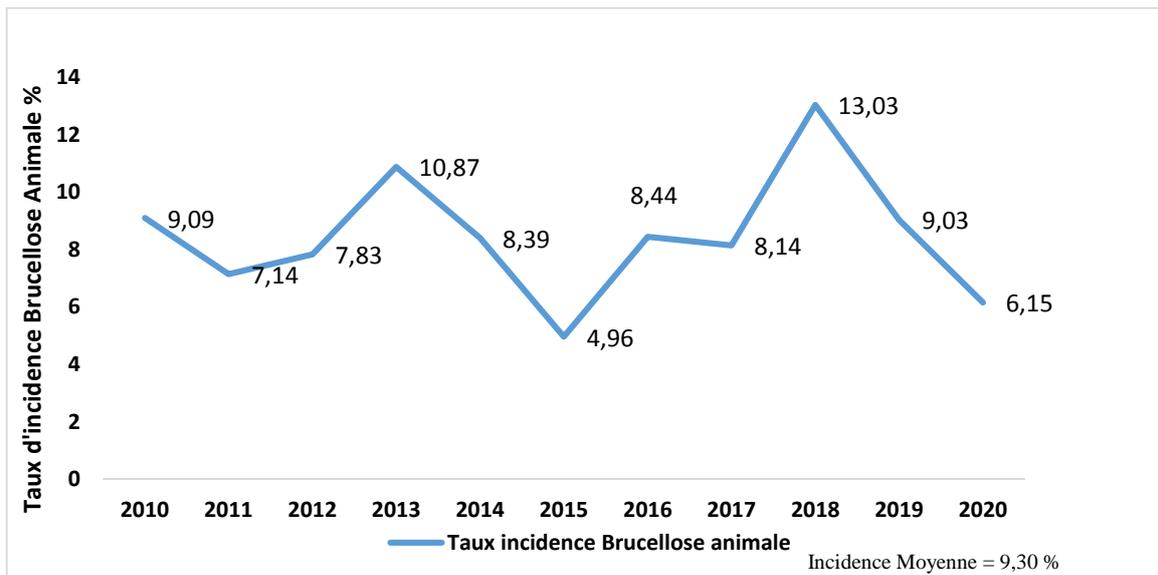


Figure 59 : Evolution de l'incidence annuelle de la brucellose animale Constantine

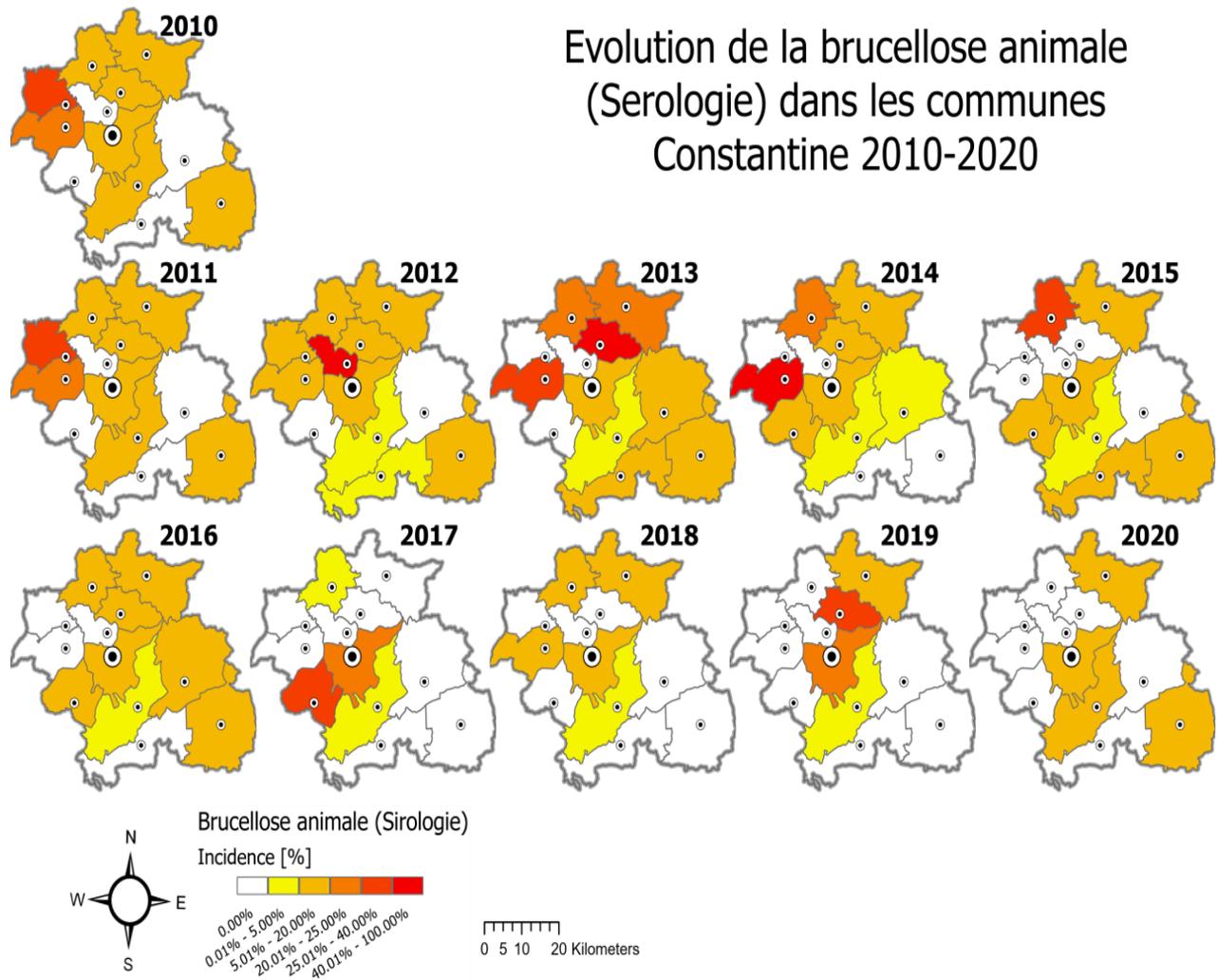


Figure 60 : Distribution spatio temporelle des cas de brucellose animale

Densité de cas brucellose animale (Sérologie) Constantine 2010-2020

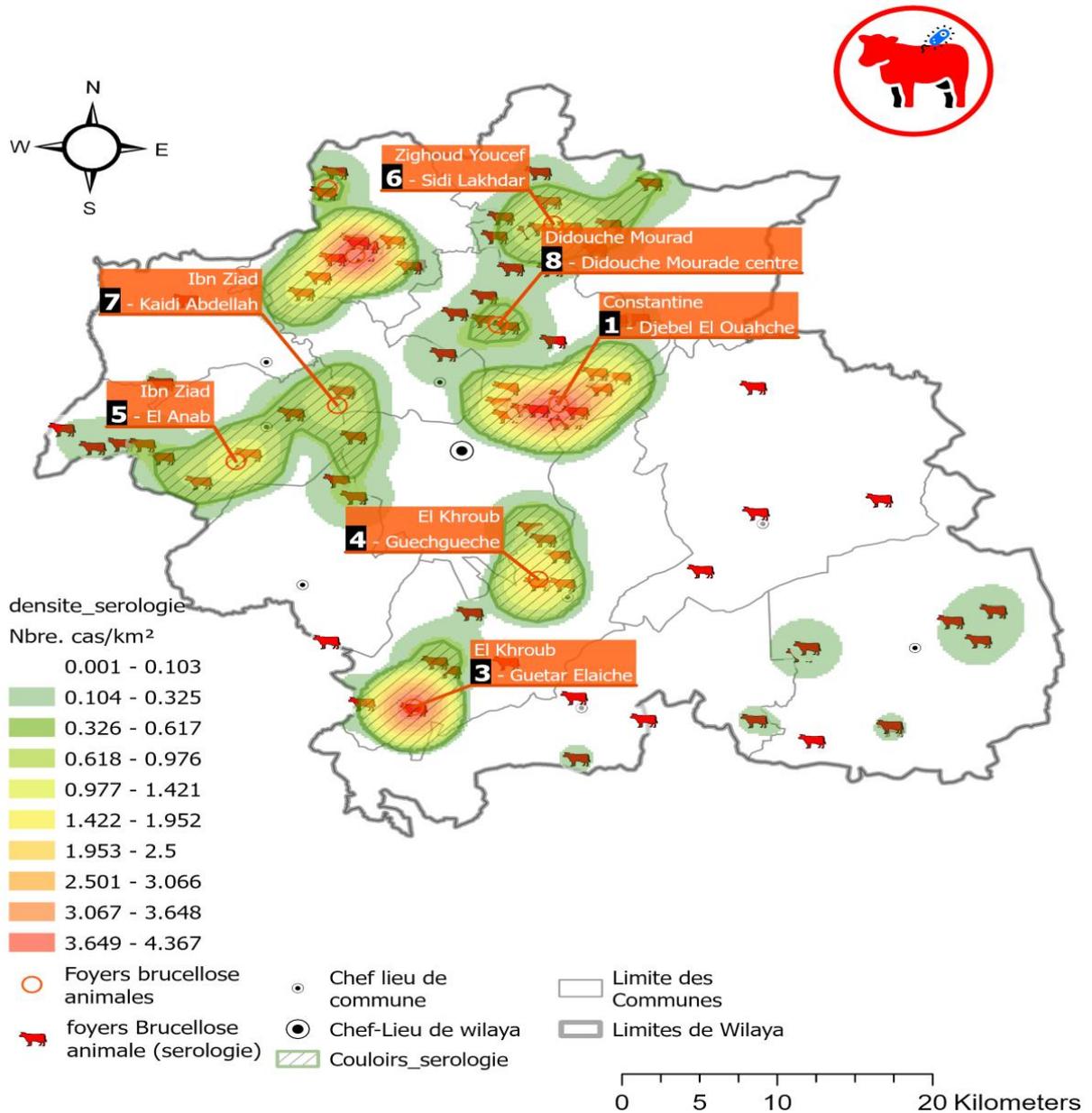


Figure 61: Répartition territoriale de la densité des cas de la brucellose animale

4. Facteurs de risque de la brucellose humaine

4.1 Caractéristiques spatio temporelles de la Brucellose

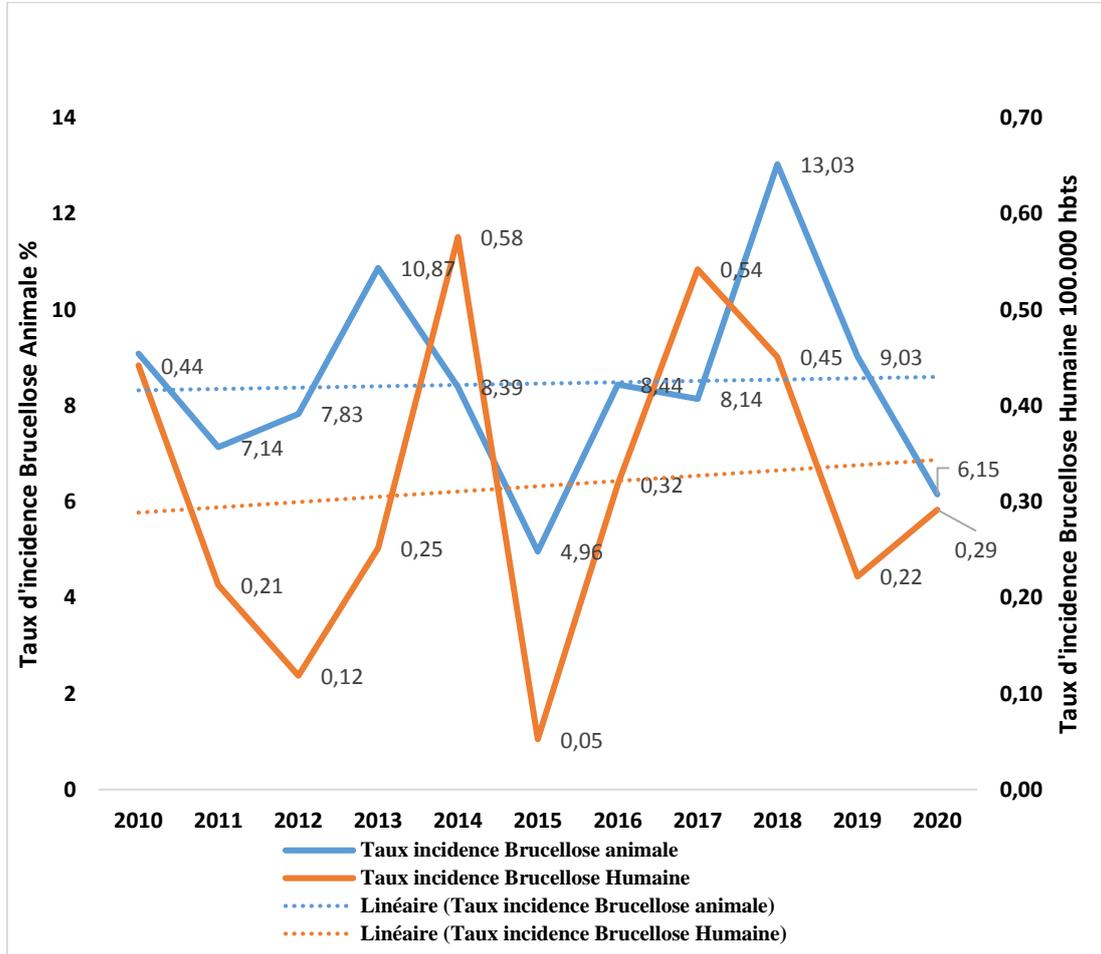


Figure 62 : L'évolution de l'incidence annuelle de la brucellose Humaine & animale

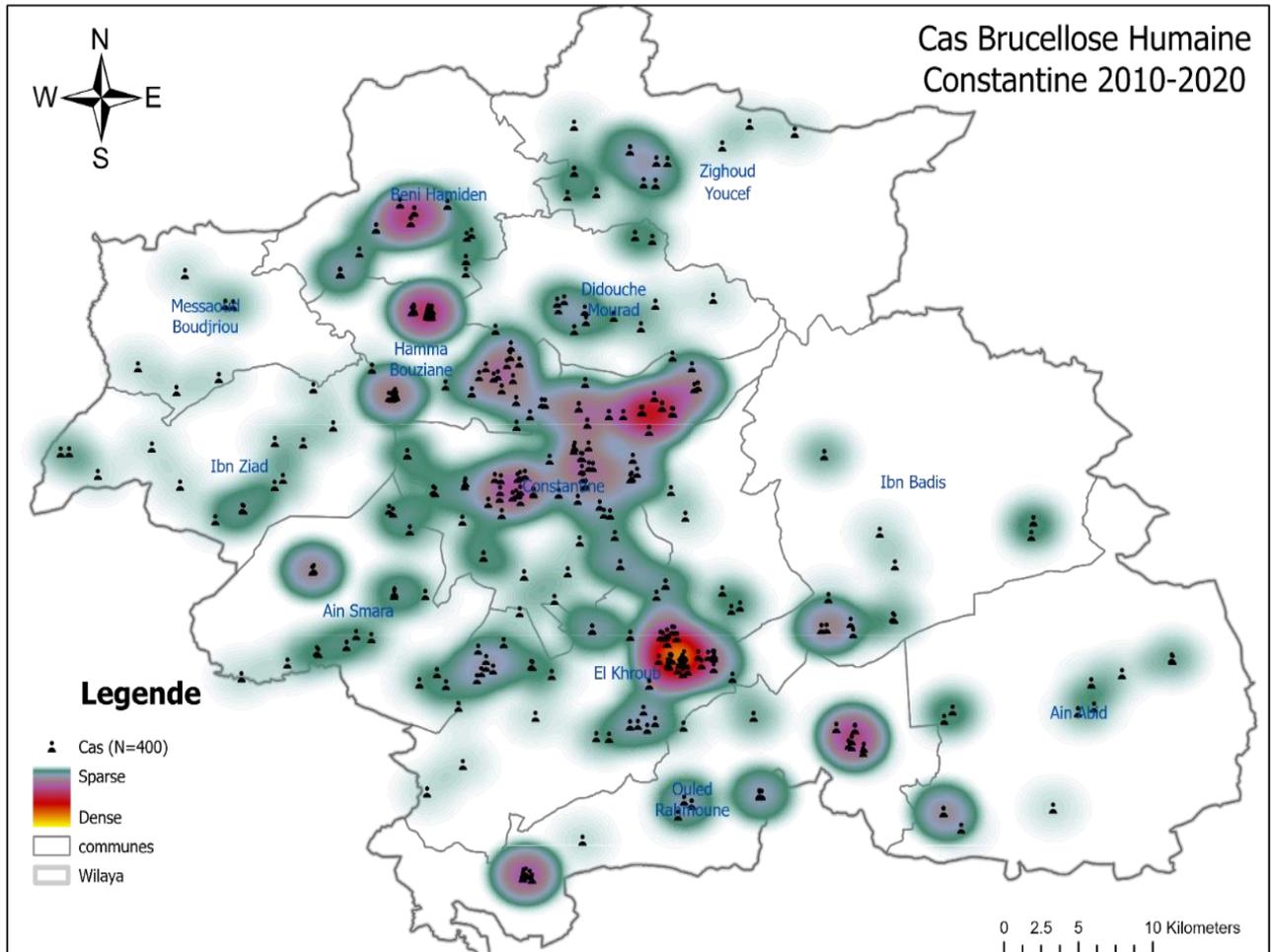


Figure 62 : Distribution territoriale des foyers de la brucellose Humaine

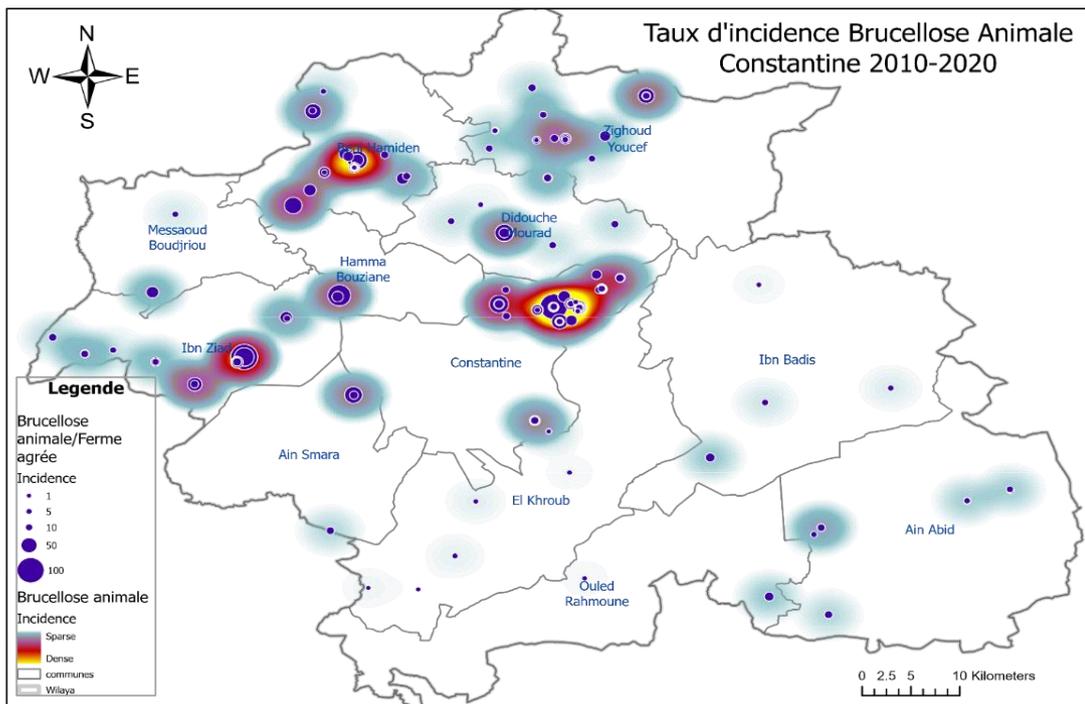


Figure 63 : Distribution territoriale des foyers de la brucellose animale

Comparaison des zones brucellose animale et humaine Constantine 2010-2020

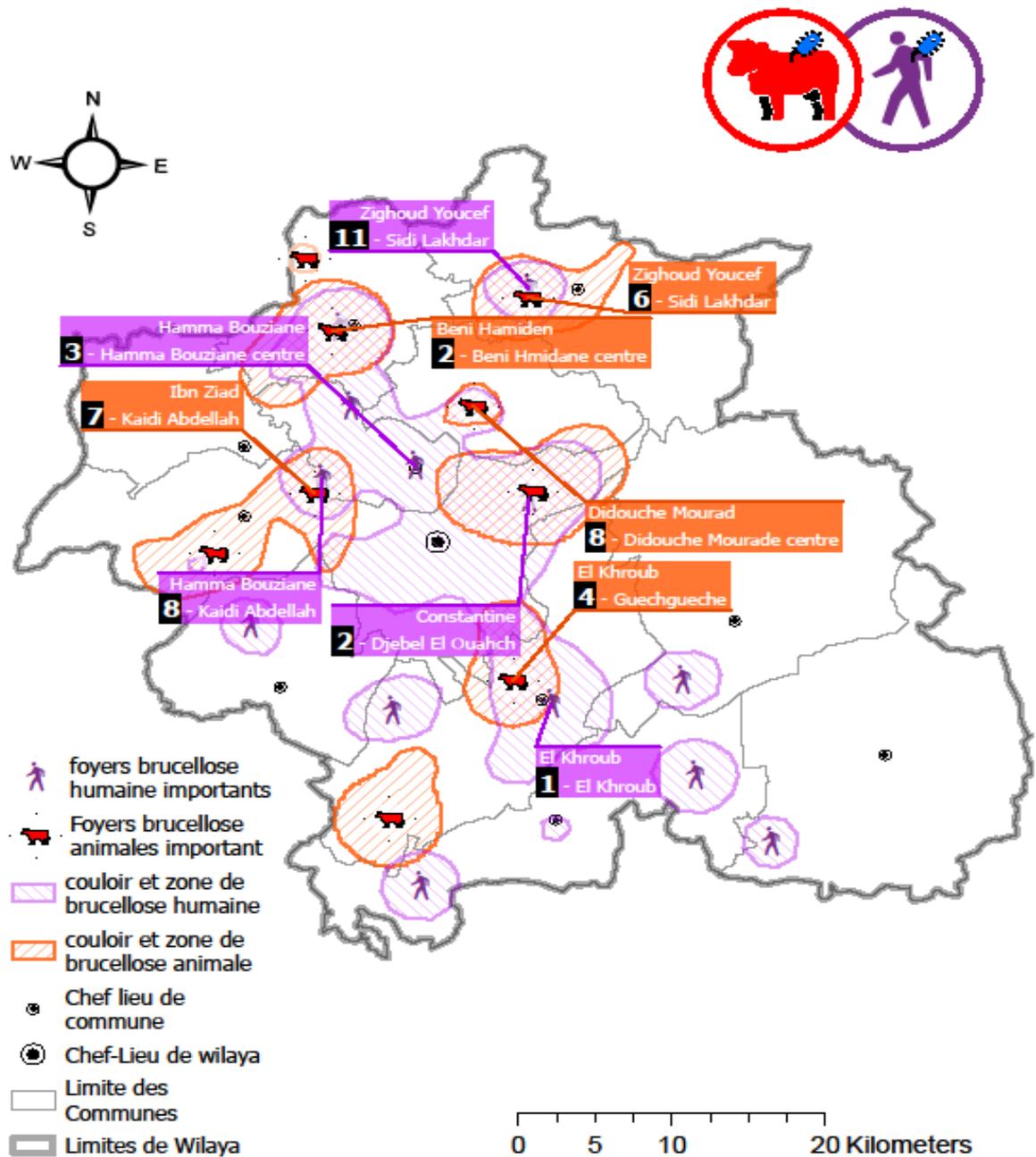


Figure 64 : Comparaison des couloirs et zones de brucellose Humaine et animale

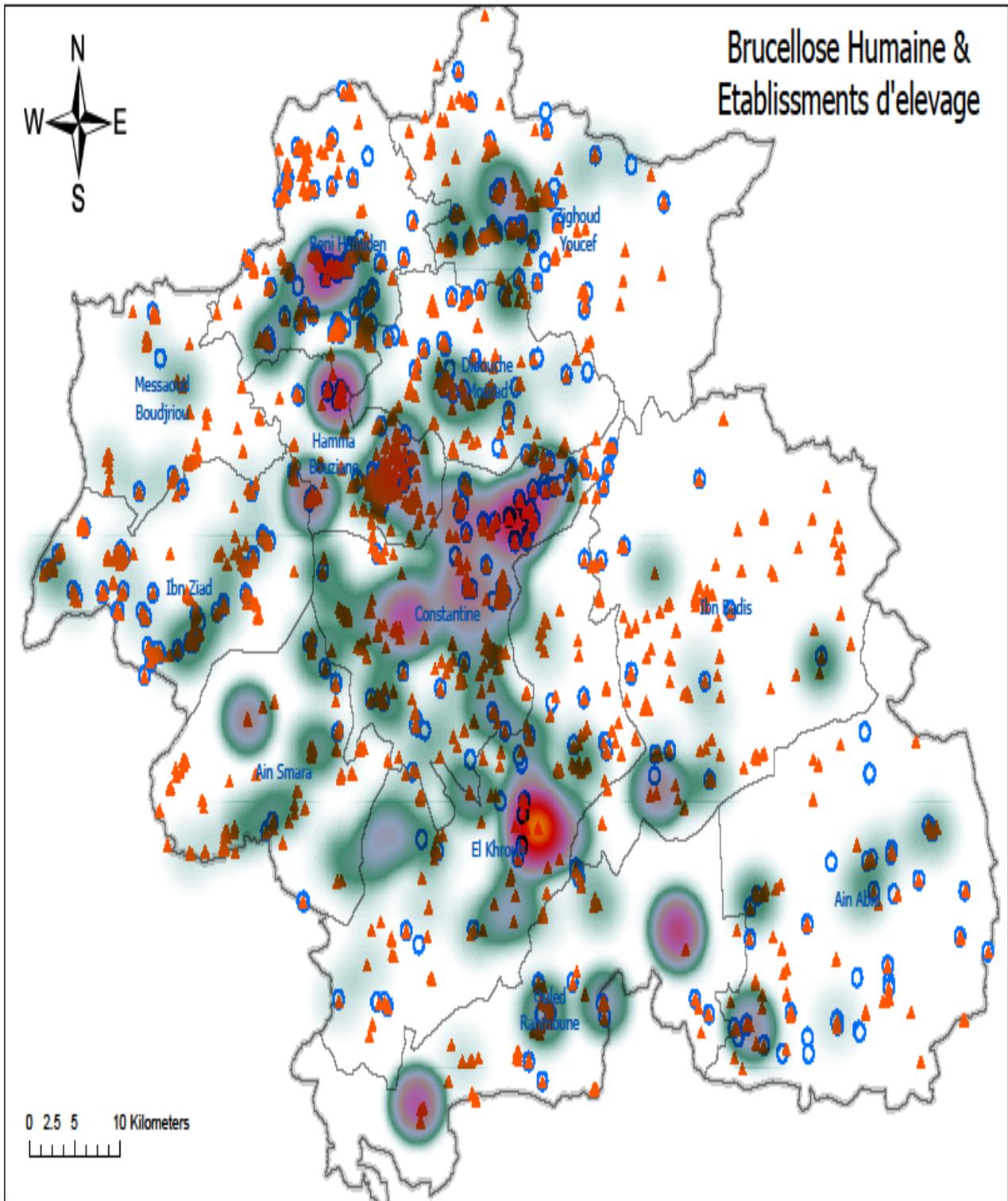


Figure 65 : Comparaison de la brucellose et les établissements d'élevage

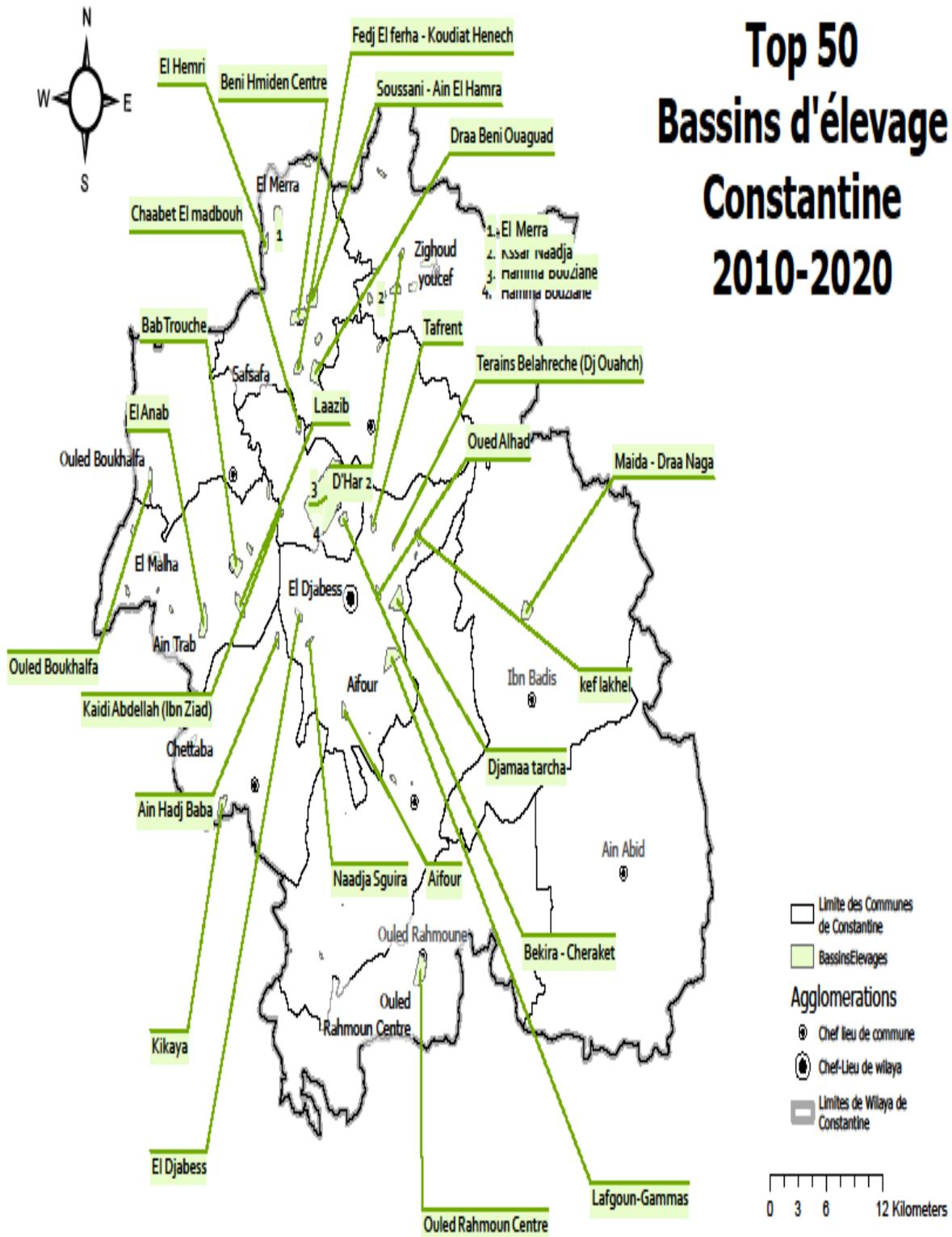


Figure 66 : Cinquante Bassins d'élevage identifiés à risque par commune, 2010-2020

Top 10 des Bassins d'élevage Constantine 2010-2020

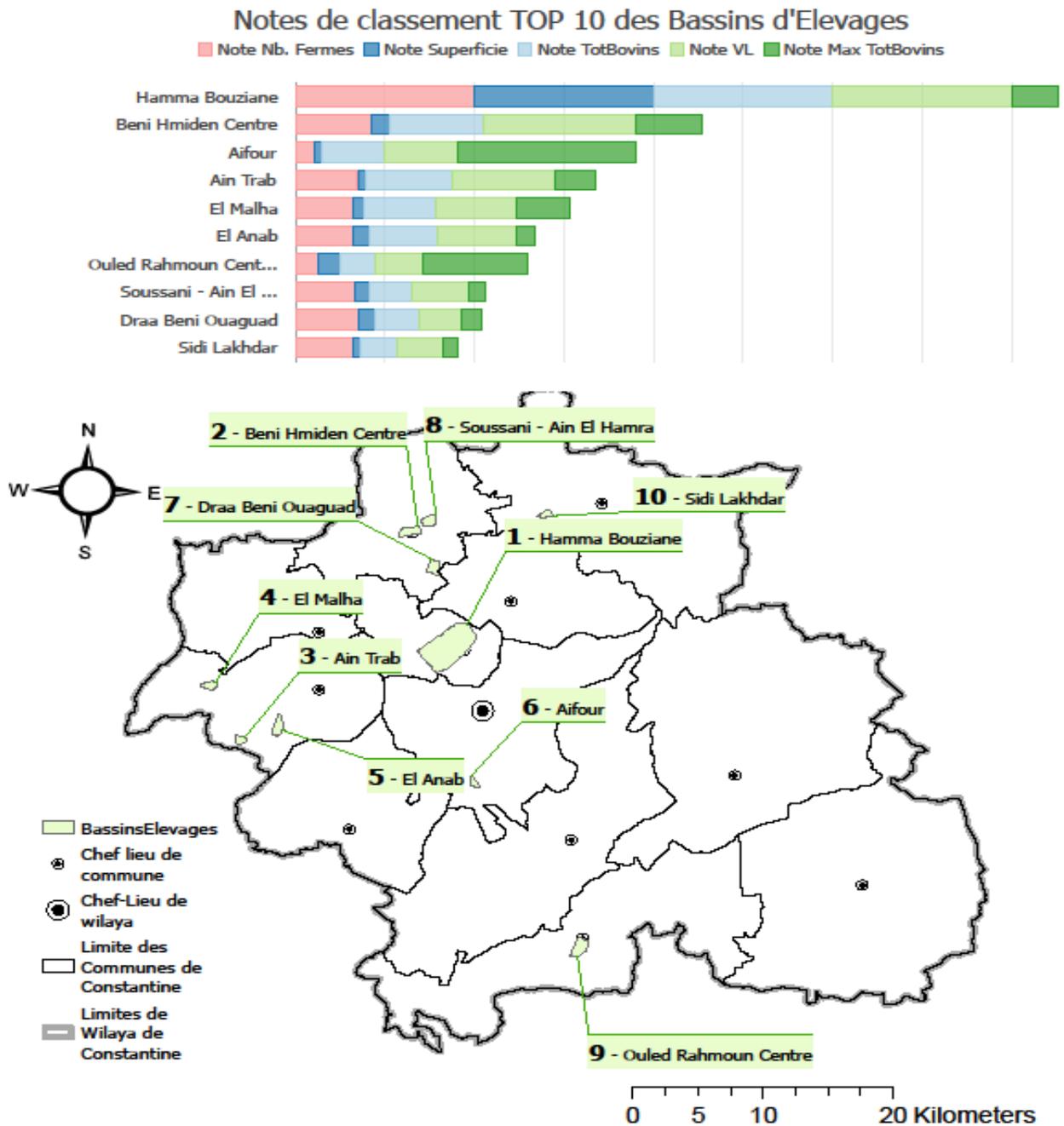


Figure 67 : Dix Bassins d'élevage identifiés à risque par commune, 2010-2020

Top 10 des Bassins d'élevage Constantine 2010-2020

TOP 10 des Bassins d'Elevages

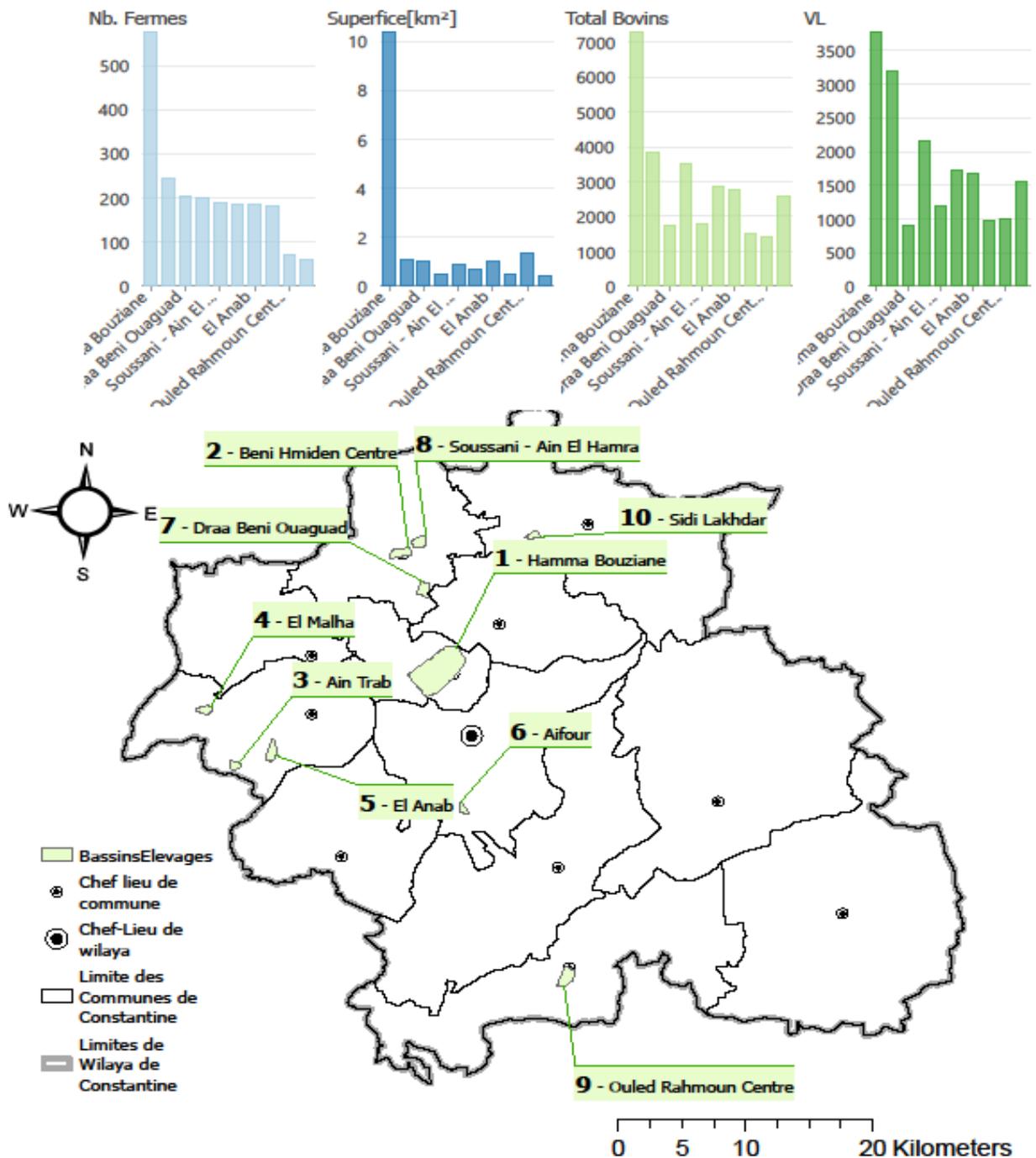


Figure 68 : Les paramètres de classement des bassins d'élevage identifiés à risque

Bassins d'élevage Hamma Bouziane 2010-2020

Superficie : 10 km²

Nombre de fermes 2010-20: 577

Effectif entre 2010-20 : 7316

Nombre de vache Laitières entre 2010-20 : 3785

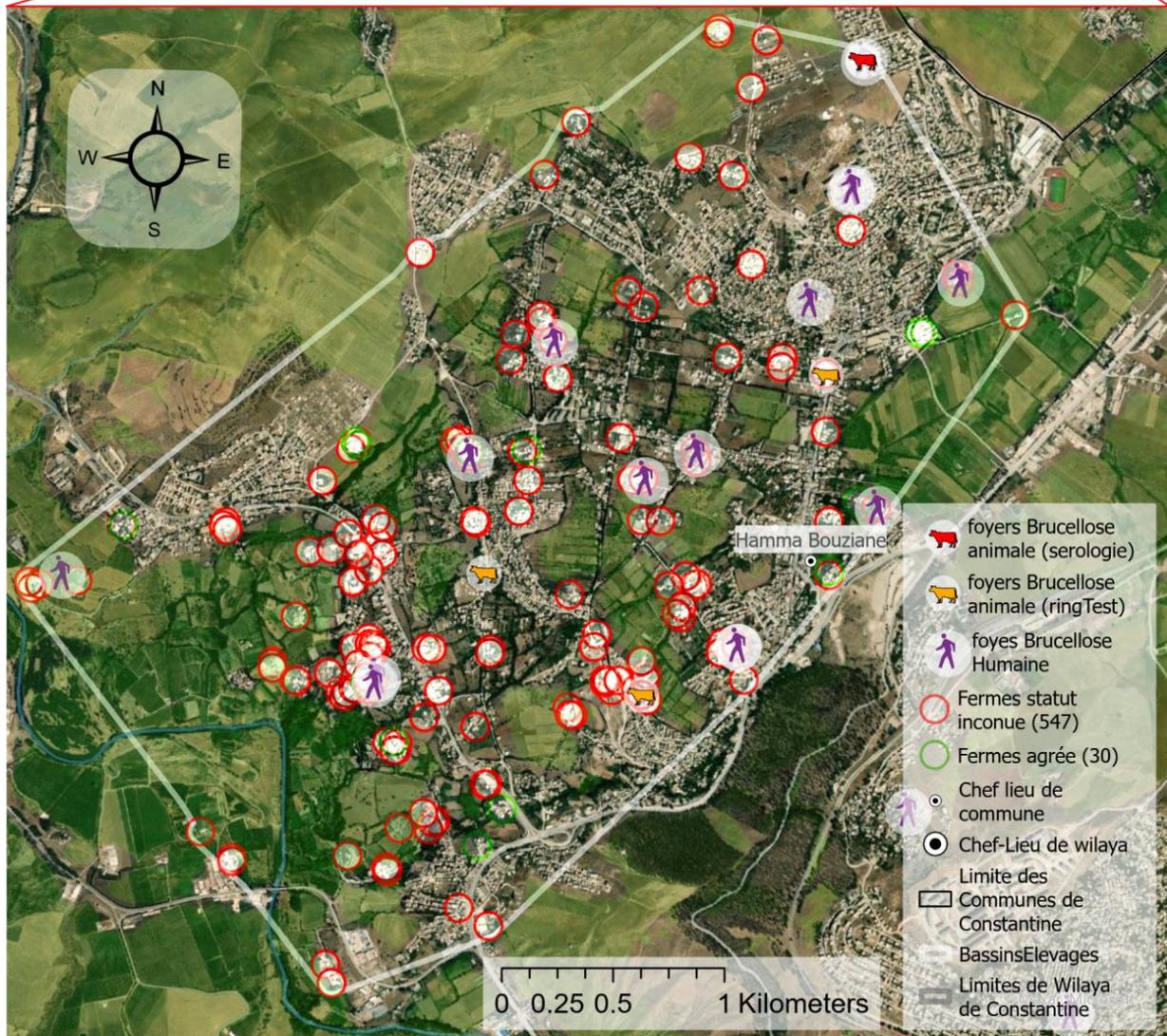
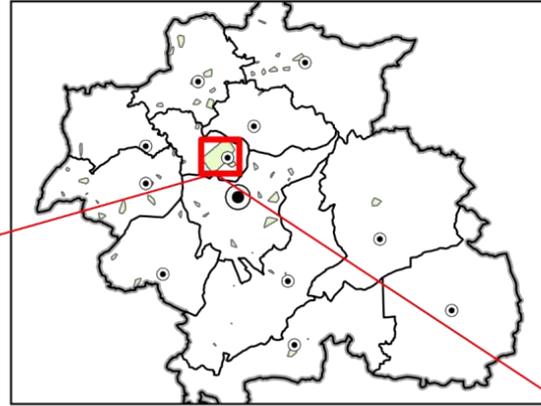


Figure 69 : Le plus grand bassin d'élevage identifié à risque à Hamma Bouziane

5. L'analyse spatio- temporelle de la brucellose humaine et animale

5.1.Tendances tridimensionnelles de la Brucellose humaine

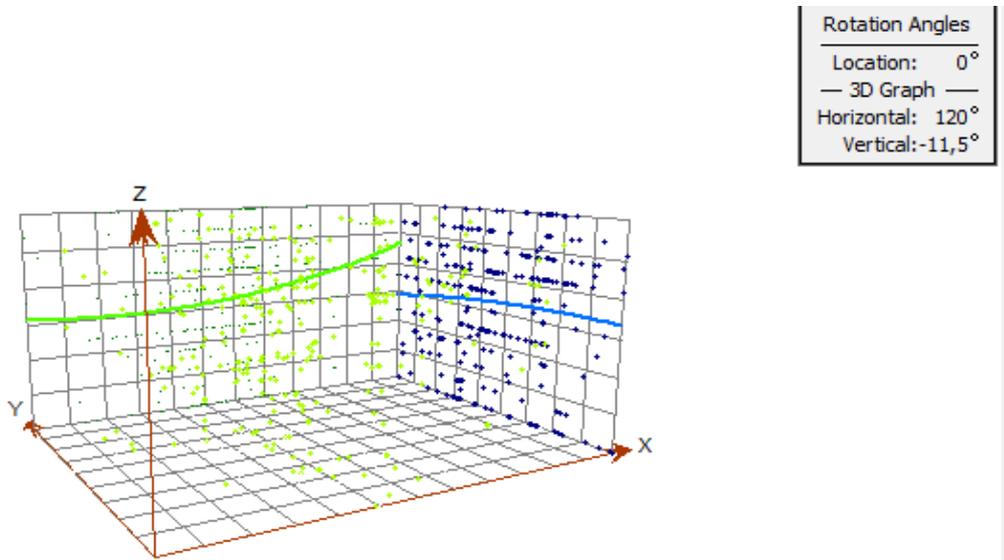


Figure 70 : Analyse tridimensionnelle des tendances de la brucellose humaine

5.2.Tendances tridimensionnelles de la Brucellose animale

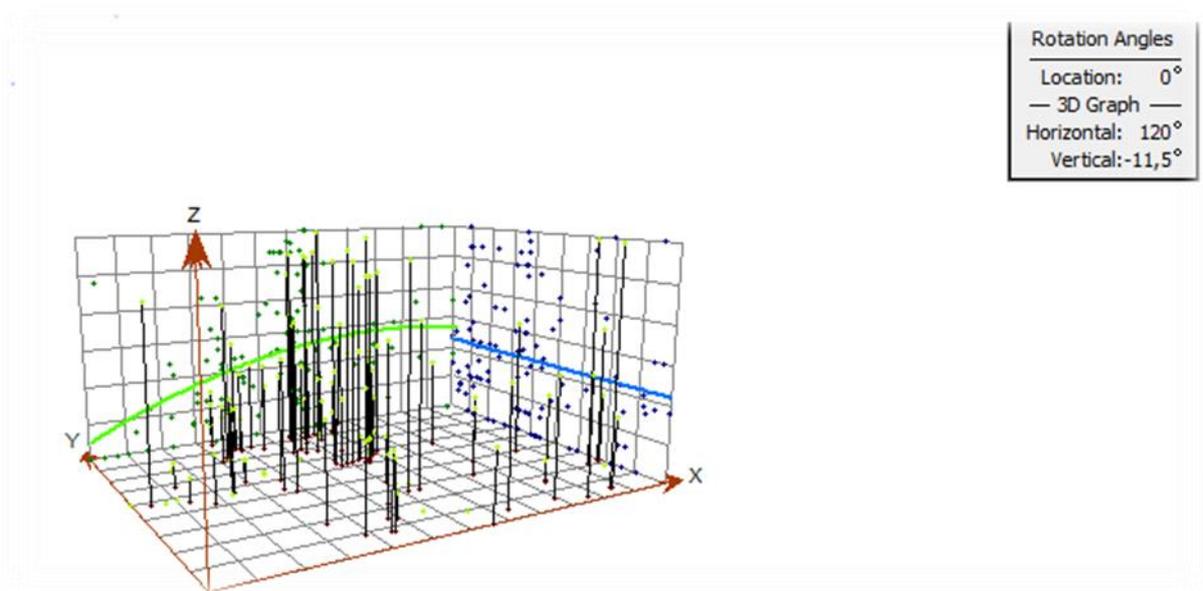


Figure 71 : Analyse tridimensionnelle des tendances de la brucellose humaine

5.3. Centre de gravité migratoire (centre median) de la brucellose

5.3.1. Centre de gravité migratoire de la brucellose Humaine

Centre de gravité migratoire
de la brucellose humaine
Constantine 2010-2020

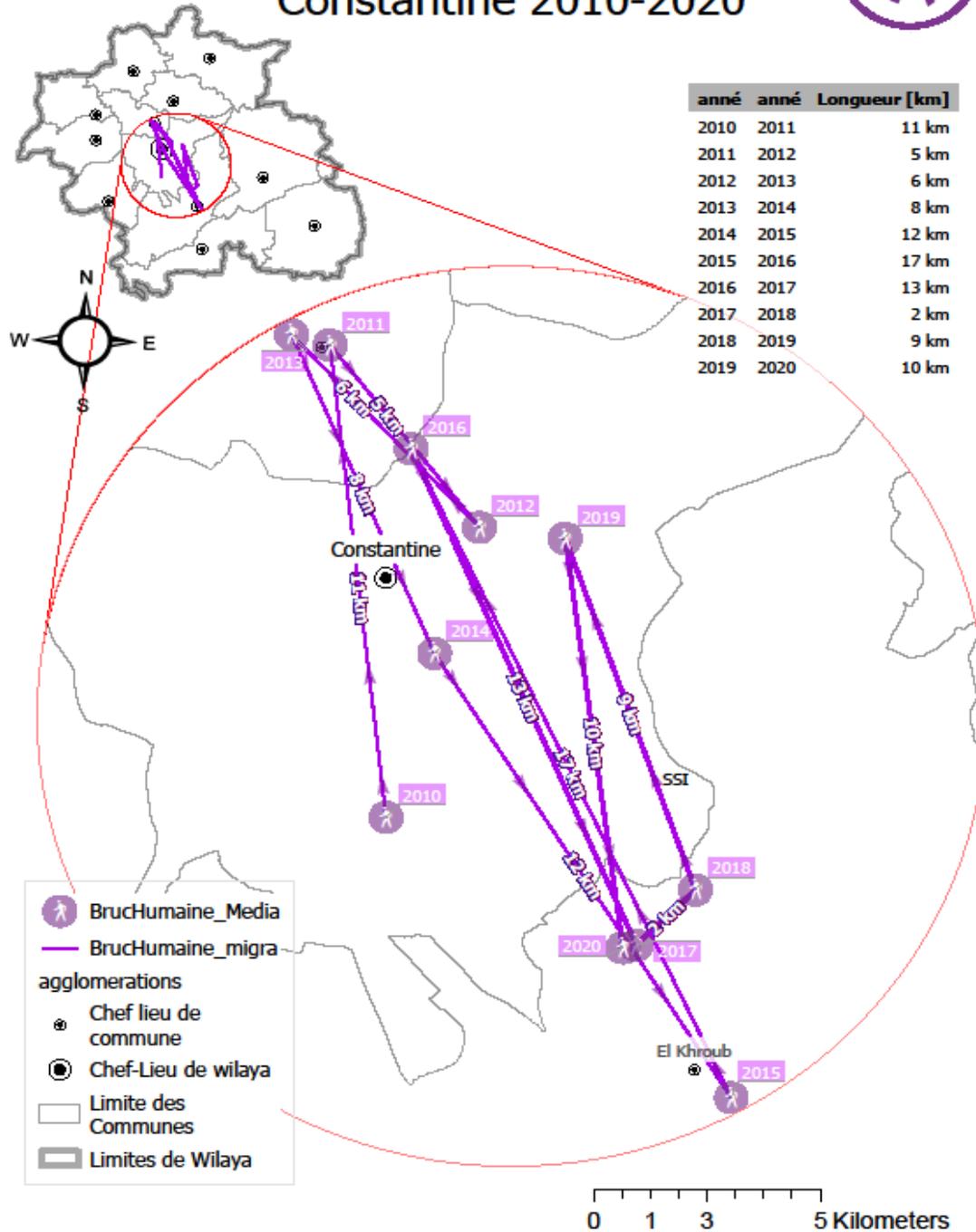


Figure 72 : Centre de gravité migratoire de la brucellose Humaine

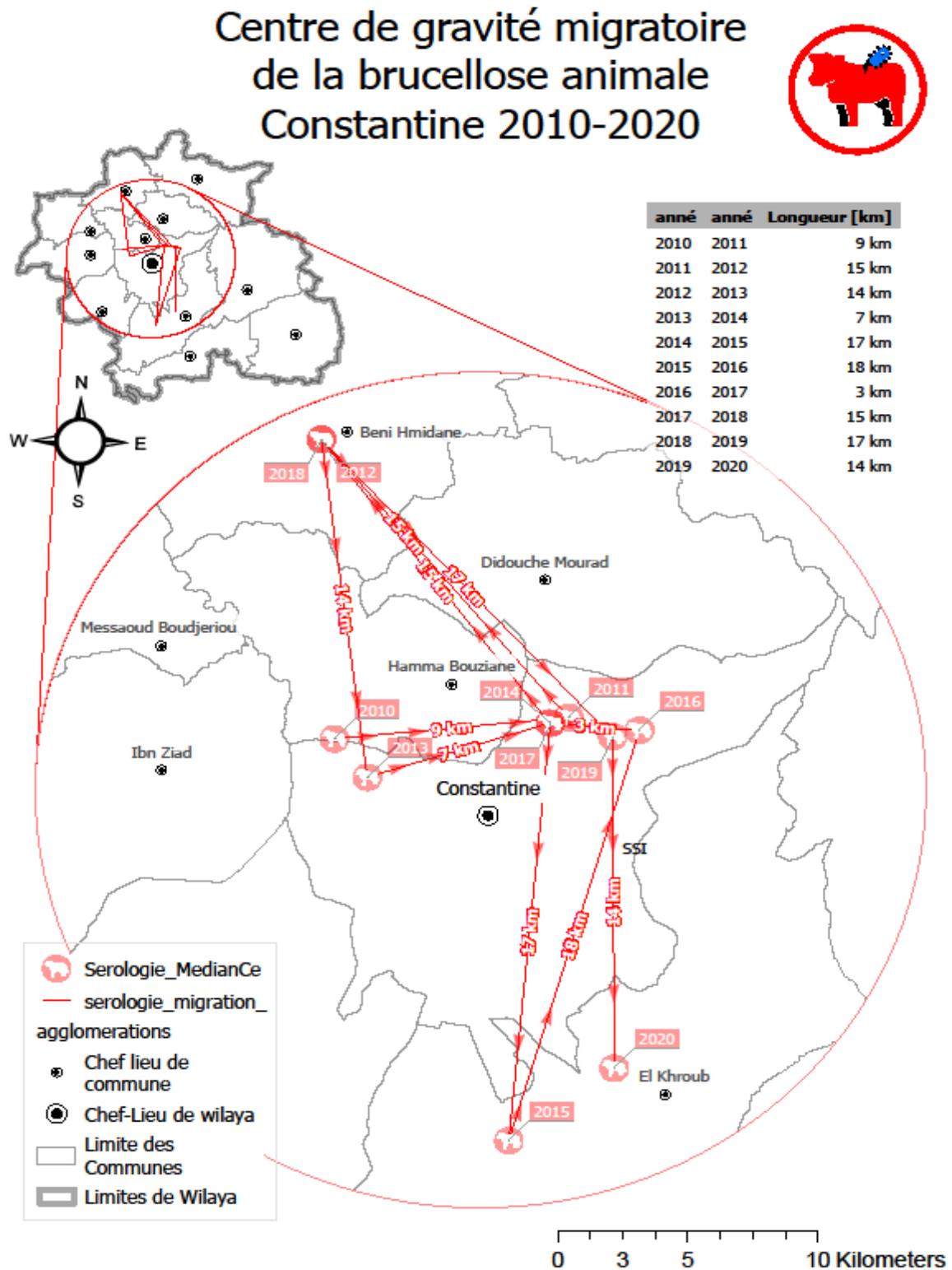


Figure 73 :Centre de gravité migratoire de la brucellose animale

5.4. L'analyse d'auto corrélation spatiale :

5.4.1. Autocorrélation Globale de Moran _ Brucellose Humaine

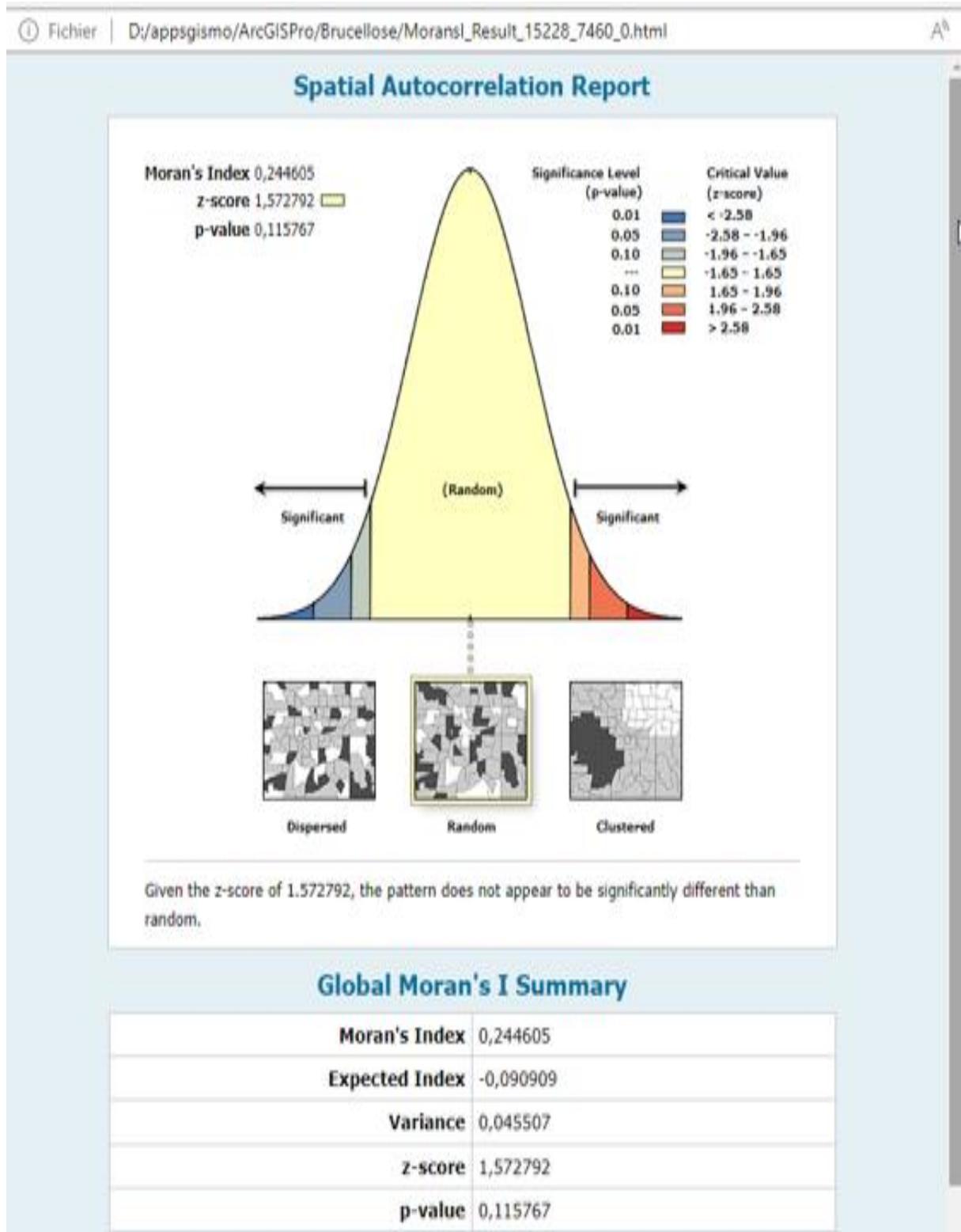


Figure 74 : Brucellose humaine_ Indice de Moran's globale

5.4.2. Autocorrélation Globale de Moran _ Brucellose Animale

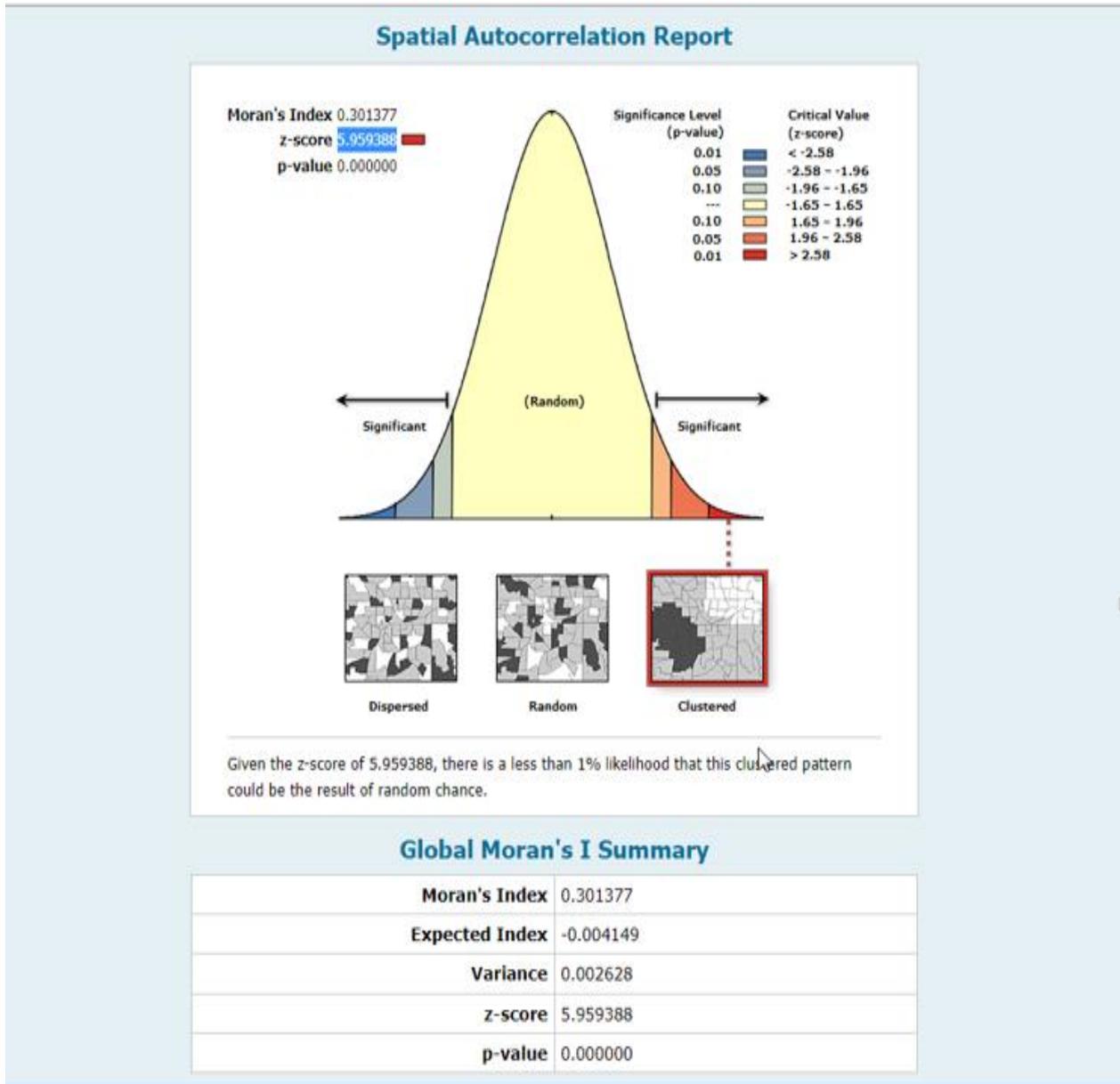


Figure 75 : Cluster Brucellose Animale _ Indice de Moran's globale

5.4.3. Autocorrélation locale de Moran _ Brucellose Humaine

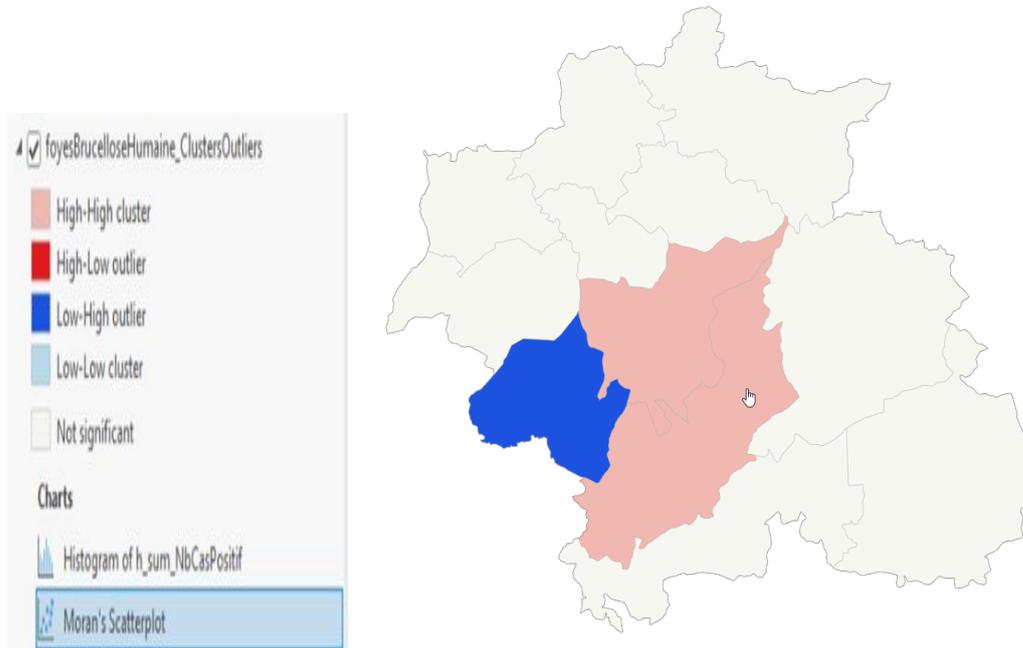


Figure 76 : Clusters de brucellose Humaine wilaya de Constantine, 2010-2020

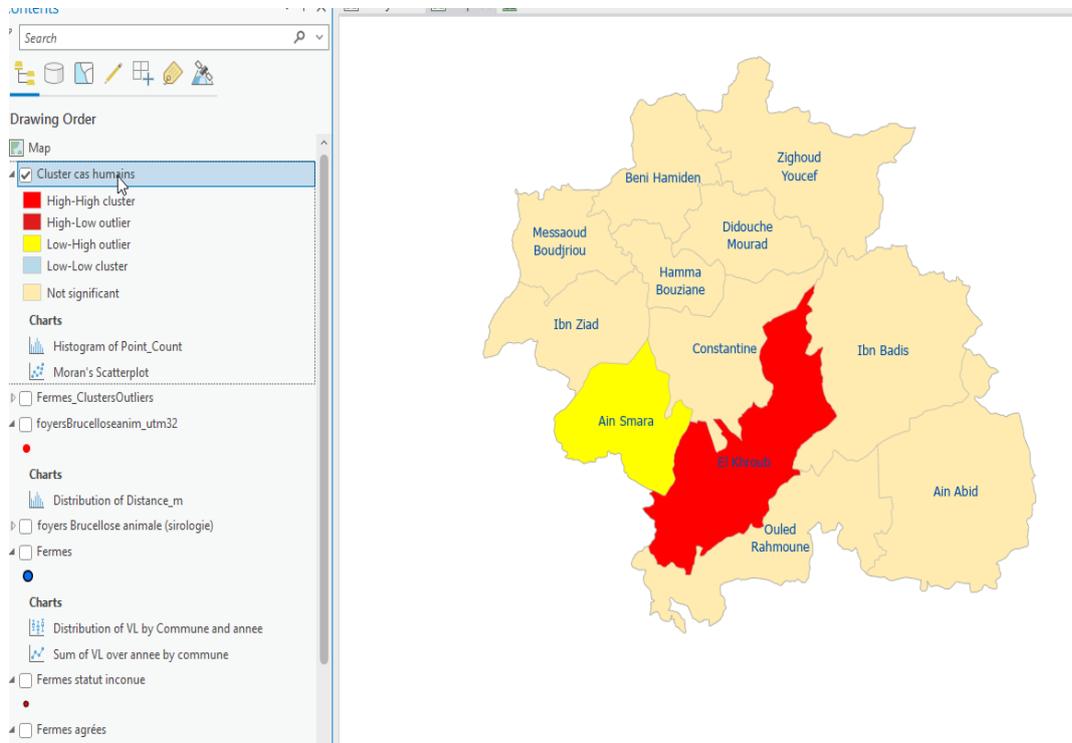


Figure 77 : Clusters de brucellose animale, wilaya de Constantine, 2010-2020

CHAPITRE V : DISCUSSION

L'objet de notre étude a été l'intégration du SIG dans la surveillance épidémiologique des zoonoses. L'analyse du risque brucellique chez l'animal et son impact sur la santé humaine dans la wilaya de Constantine en a été le cas. .

Notre démarche est de concevoir un tableau de bord à supports cartographiques permettant l'identification des foyers brucelliques chez l'animal et leur détection précoce chez l'humain. Le manque d'étude et la sous-estimation de ce risque par les méthodes de surveillance classiques dans notre région ont motivé notre choix quant à la nécessité de développer de nouvelles approches de surveillance épidémiologique, actuellement en pleine expansion axées sur l'utilisation de l'Arc Gis avec ces modules et ces nombreux outils d'analyse spatiale, temporelle et spatio - temporelle appliquées aux maladies transmissibles..

Limites de l'étude :

6. Validité des données :

Les limites de notre étude sont principalement dues :

la qualité du système de surveillance en place :

Particulièrement le réseau de recueil et de transmission de l'information

Le mode et les délais de signalement des cas.

La validité et l'exhaustivité des données.

6.1. Concernant la Brucellose animale :

- Les délais de transmission des données :les résultats du dépistage périodique des bovins effectué par le laboratoire Régional des vétérinaires de Constantine (LRVC parviennent à l'unité d'épidémio- surveillance de la DSA qu'après un délais d'un mois ou un peu plus l'information concernant les fermes contaminées est ensuite transmises aux vétérinaires sur terrain affectés aux BHC de douze communes de la wilaya ainsi que ceux affectés au niveau des différentes délégations de la wilaya de Constantine.

Ce retard se répercute sur la réactivité du système, aussi bien pour les enquêtes épidémiologiques et par conséquent sur la prise en charge précoce des cas et des mesures de prévention et de contrôle du risque de propagation.

D'autre élément à prendre en considération sur la qualité de l'information

-, les fiches de déclaration qui parviennent du laboratoire sont insuffisamment renseignées par les vétérinaires du terrain.

- les données relatives à l'élevage, bien qu'elles fussent disponibles la contrainte majeure était liée aux noms des éleveurs des établissements sanitaires laitiers qui transcrits différemment à chaque renouvellement, cela nous a pris beaucoup de temps pour les traiter avec l'Arc Gis.

-le manque d'information concernant le lieu-dit où sont implantés les établissements d'élevage surtout ceux à statut inconnu (SSI). Vu les difficultés à les localiser, et pour plus de fiabilité, nous avons sollicité tous les vétérinaires aussi bien ceux du caractère public que privé, les subdivisionnaires des délégations communales, le personnel des services techniques de douze APC, les éleveurs, les collecteurs de la wilaya qui ont permis la géo localisations des fermes agréées non visités et surtout celles à caractère SSI

6.2. Concernant Brucellose humaine

Même constat, concernant la qualité des données du système de surveillance épidémiologique des MDO, les cas ne sont pas déclarés en temps utile et non exhaustivité de l'information telle que le manque de l'adresse précise du malade, donnée essentielle à notre approche.

Ce retard de la déclaration s'est répercuté sur la réactivité du système, d'une part sur les enquêtes épidémiologiques aussi bien au niveau des fermes identifiées contaminées qu'autour des cas déclarés par les services d'hospitalisation.

Le dépistage avait concerné les personnes exposées quel que soit le type d'exposition et contact avec le foyer contaminé identifié par les vétérinaires et/ou avec les sujets contacts des cas de brucellose hospitalisés.

Le manque de moyens ne nous a pas permis d'organiser un dépistage de masse au niveau des zones à risque

Remarque : le dépistage et la prise en charge des sujets (exposés & malades) n'ont pas été réalisés au temps voulu.

- 7. Non disponibilité des supports logistiques** à savoir la disponibilité des réactifs notamment le Ring test au niveau du LRVC et le rose Bengale et le Wright au niveau du CHUC, et des moyens de transport et de communication sur terrain aussi pour nous que pour les vétérinaires des BHC

8. Le Géo référencement nous a permis de :

Géo localisés 3588 points correspondant à 2992 fermes dont 2507 fermes SSI*, 485 fermes agréées*, 400 cas humains, la majorité des lieux-dits par commune et quelques zones de pâturage.

Géocodage : au total sur 10 949 fermes

Géocodés (G1+G2+G3) = 10 901 (99.56%)

Non géocodés = 48 Fermes SSI (0.44%)

Il est à noter que pour pouvoir utiliser le SIG il fallait harmoniser tous les nom et les Identifiants transcrits différemment.

9. Caractéristiques de la Brucellose humaine :

Sur un total de 400 cas de brucellose humaine (dépistés et / ou diagnostiqués) colligés de 2010 -2020. Le dépistage a permis de capter plus de 41,25 % des cas non signalés par le système de surveillance Tous les cas ont été notifiés à la DSP et aux SEMEP territorialement compétents alors que selon les données de l'INSP seulement **165 cas** ont été enregistrés à Constantine.

Toutes les tranches d'âge sont touchées, la moyenne d'âge était de 40 ans +/- 16 ans (âge minimal de 3 ans, âge maximal de 89 ans), une prédominance pour les classes d'âge 40-49 ans, 30-39 ans et 20-29 ans avec respectivement 22, 56 %, 19,30% et 19,05 , et avec un sexe ratio de 1.53 (242 hommes pour 158 femmes).La tranche d'âge active mobile de sexe masculin est la plus touchée , ce qui probablement a un impact économique en plus du cout de prise en charge thérapeutique.

En tenant compte de l'estimation de 600 à 1.000 cas diagnostiqués en 1990, et sur la base de 200 cas déclarés annuellement, l'estimation du coût direct de la brucellose en Algérie se situerait entre 7.200.000,00 et 12.000.000,00 DA (hormis, cas chroniques et compliqués) (INSP, 2001)

Selon quelques références bibliographiques (cf.) La brucellose survient à tous les âges avec une prédominance chez l'adulte jeune de sexe masculin.

En Tunisie, les tranches d'âge de 20 à 59 ans représentent 65% des cas déclarés avec une prédominance masculine (sex-ratio : 1,45)

Réf LA BRUCELLOSE : UNE ZOONOSE TOUJOURS D'ACTUALITE BRUCELLOSIS : A TOPICAL ZONOSIS M. CHAKROUN, N. BOUZOUAIA Service des Maladies Infectieuses. EPS Fattouma Bourguiba - Monastir E-mail : mohamed.chakroun@rns.tn.

9.1. Facteurs de risque de la brucellose humaine :

La brucellose est reconnue comme maladie professionnelle : 43.25% sujets à risque présente une exposition professionnelle dont 33 % des éleveurs suivi des vétérinaires en deuxième position des professions à risque.

La littérature compte plusieurs études de séroprévalence de la Brucellose chez des personnes exerçant des professions à risques :

- Dans une étude américaine, la séroprévalence parmi les participants à l'étude était de 14,4 %. Les vétérinaires étaient le principal groupe professionnel.

- Références: Brucellosis Seroprevalence Among Workers in At-Risk Professions, Northwestern Wyoming, 2005 to 2006

Luce, Richard DVM ; Neige, Jamie DVM ; Gross, Diane PhD; Murphy, Tracy MD ; Grandpré, Joseph PhD; Daley, W. Randolph DVM; Brudvig, Jean M. DMV; Ari, Mary D. PhD; Harris, Lazenia MPH ; Clark, Thomas A. MD

- Une autre étude indienne avait conclu que la prévalence de la maladie était de 41,23% chez les vétérinaires inspecteurs, 30,92% chez les assistants vétérinaires, 12,37% chez les vétérinaires officiers, 6,18% chez les vétérinaires surveillants, 6,18% chez les ouvriers , 2,06% chez les bergers et 1,03% chez les bouchers .

- Référence : LA BRUCELLOSE CHEZ LES INDIVIDUS DU GROUPE À HAUT RISQUE
Agastya ,Îlot S ,K Prabhudas

Selon le mode d'exposition la consommation du lait cru et les produits laitiers (leben) est observée dans 94.25 %

La brucellose est endémique dans le bassin méditerranéen, au Moyen Orient, en Asie de l'Ouest, en Afrique et en Amérique latine

9.2. Les caractéristiques spatio- temporo de la Brucellose humaine :

9.2.1. La répartition temporelle de la brucellose humaine

A Constantine, la brucellose sévit selon un mode endémo-épidémique **avec** une augmentation de l'incidence* pour les années 2014, 2017, 2018 avec respectivement $0.58 \cdot 10^6$ Hbts, $0,54 \cdot 10^6$ Hbts et $0.45 \cdot 10^6$ Hbts et une recrudescence en 2020 pour les même années l'incidence* Nationale était $14,2 \cdot 10^6$ Hbts et $24, 410^6$ Hbts (référence REM INSP) et $10,4 \cdot 10^6$ Hbts, $24, 5 \cdot 10^6$ Hbts pour la région Est (référence ORS Constantine).

Nous avons pu noter deux Pics saisonniers qui se sont manifesté dans la période allant du mois Mai au mois d'octobre , dans une étude effectuée à El oued entre 1998-2018, les pics

mensuels des taux d'incidence s'étalaient de mi-février à juillet, alors que La distribution annuelle de taux d'incidence était caractérisée par une tendance une grande fluctuation à l'instar de ce qu'on a pu constater pour notre étude .

Réf : Caractéristiques épidémiologiques de la brucellose humaine dans la province d'El-Oued, sud-est algérien

[Bachir Khezzani](#), [Amira Narimane Aouachria](#), [El Amine Khechekhouche](#), [Sonia Djaballah](#), [Teber Djedidi](#), [Mile Bosilkovski](#) Dans [Santé Publique 2021/2 \(Vol. 33\)](#), pages **275 à 284**

Pour ce qui est du seuil d'alerte : il a été calculé par la méthode de la moyenne plus 2 écarts types : le seuil a été légèrement franchi en 2020

Concernant la saisonnalité de la Brucellose Humaine : deux Pics saisonniers ont été enregistrés au Mois de Mai et Octobre correspondant à la période de la mise bas.

9.2.2. La répartition spatio temporelle de la brucellose humaine

La commune de Constantine, a enregistré le plus de cas de brucellose humaine durant la période allant de l'année 2010 au 2016.

Et de l'année 2016 jusqu'au 2020 c'est la commune d'El Khroub qui a enregistré le plus de cas par apport à l'ensemble des autres communes.

Durant toute la période de l'étude, les communes ayant enregistrés des cas de brucellose étaient Constantine, El Khroub, Ouled Rahmoune (foyer 7 ème km), Beni Hamidene, Ibn Ziad, Hamma Bouziane et Zighoud Youcef, Ain Smara (cas familiaux à chettaba) Ibn Badis Des cas familiaux et des regroupements ont été enregistrés en 2012, 2013, 2014, 2017, 2018.

En Arabie Saoudite, une étude a montré que lors du dépistage systématique des membres de la famille dans laquelle un cas aigu de brucellose avait été signalé, d'autres personnes additionnelles ont été découvertes [Almouneef *et al.*, 2004].

9.3. La distribution territoriale de la densité des cas de brucellose Humaine a permis de localiser :

Deux grands foyers durant cette période :

- El Khroub avec une densité de plus **1.6 cas/km²**
- Et au Nord Est de la ville de Constantine à Djebel el Ouahche avec **1.4 cas/km²**

Et d'autres foyers avec une densité d'un peu plus de **0.9 cas/km²** à : Beni Hamidene centre,,Hamma Bouziane centre, frontières Beni Hamidene, Hamma Bouziane, Didouche Mourad, au Nord Est et à l'ouest de Ouled Rahmoune .

10. Résultats santé animale :

10.1. Résultats relatifs aux établissements d'élevage

L'avantage de ce travail est celui d'arriver à constituer une grande base des données qu'on peut la mettre à jour (apporter toute correction nécessaire) et il Ya beaucoup de données qui ont été saisie et géo traitées mais qu'on n'a pas pu les présenter (facteur temps)

Données santé animale	Effectif
Total Exploitations tout statut confondu	2992
Exploitations Agrées	485
Exploitations SSI	2507
Total Bovins Fermes tout statut confondu	143403
Total vache laitière Fermes tout statut confondu	104754
Total Génisse tout statut confondu	15480
Total vèle tout statut confondu	23169
Total Bovins Fermes agrées	32346
Total vache laitière Fermes agrées	30439
Total Bovins Fermes SSI	111057
Total vache laitière Fermes SSI	74315
Nombre foyers brucellose animale (Ring test)	48 foyers
Nombre Foyers brucellose animale (sérologie)	224 foyers
Nombre cas brucellose animale	522 cas

10.2. L'évolution du nombre des fermes tout statut confondu est en nette régression particulièrement les fermes agrées passant de 282 fermes en 2010 à 101 fermes en 2020 soit une régression de 35, 16 %

CHAPITRE V : DISCUSSION

Pour ce qui est de la distribution de la vache laitière par commune et par année

Commune	Evolution du nombre de Vache laitière par année et par commune		
	2001-2568	1000 - 2000	5000-1000
Constantine	Années : 2010, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017	Années : 2011 et 2012	2018, 2019, 2020
Beni Hamidene	2011, 2012	2010, 2013, 2014,2015, 2016, 2017	2018, 2019, 2020
Ibn Ziad	2010, 2011,2012, 2013, 2014, 2016	2015, 2017	2018, 2019, 2020
Hamma Bouziane		2010, 2012, 2013, 2014, 2015	2011, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020
Zighoud Youcef		2010,, 2011, 2012 , 2013, 2014, 2015	2016, 2017, 2018, 2019, 2020
El Khroub		2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2020	2018, 2019
Ain Smara		2012	2010,, 2011 , 2013, 2014,2015 ,2016 ,2017 ,2018 ,2019 ,2020
Ain Abid		2010,, 2011 , 2012, 2013,2014,2015 ,2016 , 2017	2018, 2019, 2020
Ibn Badis		2010,, 2011 , 2012, 2013,2014,2015 ,2016 , 2017	2018, 2019, 2020
Ouled Rahmoune		2012, 2015	2010,, 2011 , 2013, 2014, 2015 ,2016 ,2017 , 2018 ,2019 ,2020
Messaoud Boudjeriou			Toutes les années (250-500)
Didouche Mourad		2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016,	2017 ,2018 ,2019 , 2020

Durant la période de l'étude, les communes de Constantine, Ibn Ziad et Beni Hamidene avaient un effectif le plus élevé (2000 - 2568 VL) par rapport aux autres communes.

Pour les années 2018, 2019, 2020, à l'échelle wilaya, nous avons constaté une baisse de l'effectif, qui est passé à 250- 500 VL

Le dépistage systématique était 87 % des bovins concernés dont 87, 99 des adultes et de sexe féminin (des femelles) dans 98, 75 %.

10.3. L'évolution de la brucellose animale par année et par commune

A Constantine la brucellose animale est endémique

L'incidence de la brucellose animale a objectivé trois pics pour les années 2013, 2018 et 2019 avec respectivement 10, 87, 13,03 et 9,03 % :

NB : l'incidence moyenne est de 9.30 cas %

De 2010 à 2020 : les communes les plus touchées étaient Constantine, Beni Hamidene, Ibn Ziad , Hamma Bouziane et El Khroub avec un cumul de cas de 20 à 40

En 2012 : plus de 40 nouveaux cas enregistrés à Beni hamidene.

10.4. Distribution territoriale de la densité de cas de brucellose animale

Des foyers de densité de brucellose animale ont été identifiés avec une densité variable de 3.64 à 4.36 cas /km² à Djebel El Ouahche Commune Constantine et zone Guettar El aiche & Guechgueche Commune El Khroub

10.5. Relation de la brucellose animale et humaine :

Afin d'envisager et de comprendre la transmission de la brucellose des bovins à l'homme, il est primordial de mener des études simultanées chez l'homme et l'animal pour révéler des liens épidémiologiques et les sources et modes de l'infection,

L'évolution des taux d'incidence de la brucellose humaine et animale montre des taux d'incidence qui évoluent parallèlement avec un délai de décalage des pics d'incidence pour les cas humains par rapport au cas chez l'animal

La superposition des couches de la brucellose animale et humaine, nous a permis d'identifier des couloirs et des zones de concentration des cas de brucellose humaine et animale en même temps l'exemple de la commune de Constantine à Djebel El ouahche, Kaidi Abdallah à Hamma Bouziane, le centre de Beni Hamidene et à Guechgueche commune d'El Khroub.

Toujours dans l'objectif de l'identification du risque brucellique

Des bassins d'élevage ont été identifiés dont le plus important se trouve à "Hamma Bouziane" c'est le plus grand (en superficie) des cluster résultant de la recherche des agrégats des fermes en fonction de leur distribution spatiale dans une distance maximale de 1 km.

Superficie : 10 km²

Nombre de fermes 2010-20: 577

Effectif entre 2010-2020 : 7316 Bovins

Nombre de vaches Laitières entre 2010-20 : 3785.

11. Résultats de la statistique analytique (spatiale) de la brucellose humaine et animale :

L'analyse Spatiale, et spatio- temporelle de la brucellose humaine et animale a été évaluée par l'application des outils d'analyse spatiale de l'ArcGis.

11.1. L'analyse tridimensionnelle des tendances des incidences moyennes de la brucellose humaine à Constantine entre 2010 et 2020 a montré que :

Selon la courbe XZ qui représente la tendance de la brucellose (tendances des incidences moyennes) dans la direction Est-Ouest, le gradient va en augmentant de l'Est à l'Ouest (sous région de l'ouest de la wilaya) en l'occurrence

Tandis que la courbe YZ qui représente le changement de la tendance dans la direction Nord-Sud, le gradient de la brucellose humaine est en augmentation du Nord vers les sous régions du sud de la wilaya

Globalement, nous pouvons dire que les incidences de la brucellose dans le Sud de la Wilaya (El Khroub , ouled Rahmoune , ...) sont relativement élevées par rapport aux autres sous régions du Nord.

11.2. L'analyse tridimensionnelle de l'incidence moyenne de la brucellose animale dans la wilaya de Constantine 2010 -2020 a montré que :

L'axe XZ (la courbe) montre que la direction de la tendance de la brucellose animale dans l'espace de l'Est vers l'Ouest est presque stationnaire avec une légère augmentation des incidences de la brucellose animale de l'Est vers l'ouest.

Alors que l'évolution de la tendance de la brucellose animale du Nord au sud, la courbe (L'axe YZ) est en faveur des incidences élevées et le gradient va en augmentation

Dans l'ensemble on a pu constater que l'incidence de la brucellose animale dans le nord de la wilaya est relativement basse par rapport à la région du sud alors.

Références bibliographiques : En chine ; article Spatial analysis on human brucellosis incidence in mainland China : 2004–2010

Junhui Zhang,^{1, 2} Fei Yin,¹ Tao Zhang,¹ Chao Yang,² Xingyu Zhang,¹ Zijian Feng,³ Xiaosong Li¹

12. Le centre de gravité migratoire de la brucellose par le calcul du centre médian I

La comparaison entre les distances de migration de la brucellose animale par apport à l'humaine (ci-joint tableaux 1 et 2) nous a montré que :

La distance de la migration du centre de gravité de la brucellose animale varie de 3 km à 18 km à savoir : de 2010 et 2020 la distance varie d'une année à une autre .

Exemple entre 2016 et 2017 , la distance de trajectoire était de 3 km alors qu' entre 2015 – 2016 , le centre a migré de 18 km ,

la question qui se pose, pourquoi cette variation de distance de migration d'une année à une autre, d'où l'interet d'autres études plus approfondies

Alors que pour la brucellose humaine les distances de migration du centre de gravité étaient comprise entre 2km à 17 km

Tab 1 : Distance du centre de gravité de la brucellose animale

année	année	Longueur [km]
2010	2011	9 km
2011	2012	15 km
2012	2013	14 km
2013	2014	7 km
2014	2015	17 km
2015	2016	18 km
2016	2017	3 km
2017	2018	15 km
2018	2019	17 km
2019	2020	14 km

Tab 2 : Distance du centre de gravité de la brucellose humaine

année	année	Longueur [km]
2010	2011	11 km
2011	2012	5 km
2012	2013	6 km
2013	2014	8 km
2014	2015	12 km
2015	2016	17 km
2016	2017	13 km
2017	2018	2 km
2018	2019	9 km
2019	2020	10 km

Références bibliographiques : En chine ; article Spatial analysis on human brucellosis incidence in mainland China : 2004–2010

Junhui Zhang,^{1, 2} Fei Yin,¹ Tao Zhang,¹ Chao Yang,² Xingyu Zhang,¹ Zijian Feng,³ Xiaosong Li¹

13. L'analyse d'autocorrélation spatiale : par le calcul de l'indice de Moran

Il existe deux types d'autocorrélations :

13.1. L'Autocorrélation Globale de Moran _

Résultats obtenus pour la distribution des cas de Brucellose animale sur 10 ans :

- L'indice de Moran 0,30
- Z -Score : 5,95
- P : 0,000000

La valeur de l'indice de Moran indique une auto corrélation spatiale positive (Théoriquement l'indice de Moran varie de -1 à +1) ; le test d'hypothèse représenté dans ce cas par le Z -Score a une valeur de 5,95 qui indique que le modèle spatial n'est pas aléatoire mais obéit à une distribution en cluster avec.

Pour les cas de Brucellose humaine sur les 10 ans :

L'indice de Moran 0,2

Z -Score : 1,57

P : 0,11

Le test d'hypothèse représenté par le Z -Score avec une valeur de 1,57 et une p value à 1,11 qui indique que le modèle spatial est aléatoire.

Ces tests d'analyse spatiale (autocorrélation) ont été utilisés par des chercheurs en chine (pays à forte endémicité) et montrent que les cas humains sont regroupés en cluster (lien de l'article : <https://bmjopen.bmj.com/content/4/4/e004470.short>).

Références bibliographiques : En chine ; article Spatial analysis on human brucellosis incidence in mainland China : 2004–2010

Junhui Zhang,^{1, 2} Fei Yin,¹ Tao Zhang,¹ Chao Yang,² Xingyu Zhang,¹ Zijian Feng,³ Xiaosong Li¹

13.2. Concernant l'autocorrélation locale de Moran _ Brucellose Humaine et animale :

Nous avons identifiées des Clusters de brucellose animale à l'échelle de la wilaya de Constantine entre 2010-2020

La Zone HIGH – HIGH se trouvent à El Khroub et des Zone LOW – HIGH à Ain Smara

CHAPITRE V : DISCUSSION

14. Discussion : Comparaison des résultats avec d'autres pays

14.1. Brucellose humaine :

<i>Pays/Région ou titre</i>	<i>Auteur</i>	<i>Période de l'étude</i>	<i>Population de l'étude</i>	<i>Méthode d'analyse</i>	<i>Taux d'incidence moyen (par 100000 hab)</i>	<i>Tendance</i>	<i>Sexe préd</i>	<i>Age préd</i>
Algérie (El Oued, sud-est algérien)	El Oued.*	1998 - 2018	1832 cas		12.26 % (2.27 % - 24.96 %)	Hausse	Masculin	>65 ans
Chine (Mainland)	Liang P. et al	2007-2016	399 578 cas	-Analyse des tendances en trois dimensions, à l'aide d'ArcGIS10.3. ** -Migration du centre de gravité -Analyse d'autocorrélation spatiale (Indice de Moran) ***	2.97 % (1.50 %–4.22 %)	Hausse	/	/
Grèce (Northwestern)	Avdikou I. et al.	2002 - 2004	152 cas		17.3 %	/	Masculin	45 – 64 ans
Algérie (Médéa)	Dahmani A. et al.	2003 - 2015	181 cas		76.5 % (52 %- 280 %)*****	/	Masculin	21 – 30 ans
Tunisie (Région de		2015	104 cas		30.8 %	/	Masculin	30 – 39 ans

CHAPITRE V : DISCUSSION

Gafsa, sud-ouest tunisien)								
Tunisie	Guesmi K. et al.	2005 - 2018			0.14 % - 1.13 %			
Algérie (Région Est))	Equipe de l'ORS Est	2010 - 2017			12.7 % (6.7 % - 24.5 %)			
Algérie (Constantine)	Atoui N.	2010 - 2020						

* : une corrélation positive et forte (coefficient de corrélation de 0,83) a été notée entre les distributions spatiales de l'incidence de la brucellose humaine et le nombre de cas. Une corrélation positive et relativement forte a été notée entre les distributions mensuelles de la brucellose humaine et animale ($r=0.65$). reportés de la brucellose animale.

** : La tendance tridimensionnelle globale pour 2007-2016 indique une répartition inégale de la brucellose humaine en Chine.

*** : Les valeurs du I de Moran étaient de 0,1179 et 0,1181 respectivement pour 2013 et 2014, tandis que les valeurs Z étaient supérieures à 1,96 (tous $P < 0,05$), indiquant que l'incidence de brucellose en Chine entre 2013 et 2014 avaient une distribution non aléatoire, alors qu'il n'y avait pas d'autocorrélation en 2007-2012 ou 2015-2016 ($Z < 1,96$, $P > 0,05$, ce qui signifie qu'il n'y avait pas de tendance au regroupement).

**** : L'incidence des cas de brucellose humaine est supérieure à la moyenne du mois de mai au mois de septembre (en moyenne 26 cas par mois), par rapport au reste de l'année (en moyenne 7,2 cas par mois) (χ^2 de conformité, 11 ddl, $p < 0,05$, tableau 3)

CHAPITRE V : DISCUSSION

14.2. Brucellose animale :

<i>Pays/Région ou titre</i>	<i>Auteur</i>	<i>Période de l'étude</i>	<i>Population de l'étude</i>	<i>Méthode d'analyse</i>	<i>Taux de dépistage moyen</i>	<i>Taux de Prévalence moyen</i>
Algérie (Région centre)	Lounes L. et al.	1995-2004			8.92 % (6.71 % - 10.56 %)	0.73 % (0.32 % - 1.66 %)
Congo-Brazzaville (Nord)	Amona I. et al.	2015			20.3 %	8.97 % (Rose bengal) 10.25 % (Elisa)
Cameroon (Ngaoundéré)	Awah-Ndukum J. et al.	2015 - 2016	20 cas		/	3.40% (1.94 %–4.86 %)
Tunisie (Région de Gafsa, sud-ouest tunisien)		2015				21 % et 1.9 % dans les élevages cas et témoins, respectivement (p< 0,0001).
Tunisie	Guesmi K. et al.	2005 - 2018	-2123 cas (petits ruminants) -490 cas (bovins)			
Etude transversale de la brucellose en Jordanie : Prévalence, facteurs de risque et distribution spatiale chez les petits ruminants et les bovins						-18,1 % (IC à 95 % : 11-25,3) (bovins) -22,2 % (IC à 95 % : 16,5-28,8) (cprins) -70,4 % (IC 95 % : 55,5–84,9) (ovins-caprins) -34,3 % (IC 95 % : 28,4, 40,4) (petits ruminants) -38,5 % (IC 95 % : 24.3–51.8) (bovins et petits ruminants)
Algérie (Constantine)	Atoui N.	2010-2020				

CHAPITRE VI : CONCLUSION

CHAPITRE VI : CONCLUSION

La brucellose reste un risque majeur dans les populations humaines et animales domestiques. Malgré les programmes Nationaux de lutte, la brucellose animale demeure endémique dans le pourtour du bassin méditerranéen dont notre pays où elle pose encore un véritable problème de santé publique majeur et engendre un surcoût économique important [298]. En outre, une faible sensibilisation, des mesures préventives inefficaces, un échec thérapeutique initial élevé, une incapacité résiduelle importante et des taux de rechutes ont contribué au lourd fardeau de cette maladie sur la santé et l'économie des régions endémiques [333]. Alors que cette dernière a été maîtrisée dans de nombreuses régions, ce qui a entraîné une nette diminution du nombre des cas humains devenus rares dans les pays ayant instauré une politique d'éradication de la maladie chez les animaux, en particulier les bovidés, surtout grâce à la vaccination [333, 335] et aux systèmes intégrés de surveillance.

Notre étude a montré les nouvelles perspectives qu'offrent l'information géographique et des techniques de cartographie dans le domaine particulier de la gestion des risques sanitaire et la surveillance en santé publique. Il est désormais possible d'évaluer le lien spatial existant entre les facteurs de risques environnementaux et l'apparition de maladies.

Ce qui constitue une étape fondamentale dans la mise en œuvre du concept « One Health » ou « une seule santé » de l'OMS qui prône « une approche globale des enjeux sanitaires. Celle-ci inclue la santé des animaux, des végétaux et des êtres humains, ainsi que les perturbations de l'environnement générées par l'activité humaine ».

Concernant la Brucellose notre démarche répond à cette nécessité d'améliorer les connaissances sur les relations qui existent entre la santé animale et la santé humaine.

L'utilisation du SIG en l'occurrence l'ArcGis, des changements potentiels dans la distribution spatiale et temporelle ont été évalués, des foyers à risque par commune ont été identifiés, des espaces d'élevages qui peuvent constituer un risque pour l'humain ont été délimités et classés par ordre de priorité du plus grand au plus petit.

Des analyses spatiales notamment l'autocorrélation de Moran Global ont montré une corrélation spatiale positive pour la brucellose animale et la caractéristique des grappes ont été démontrés grâce à l'utilisation de l'autocorrélation de Moran Locale

Les résultats obtenus par cette nouvelle technologie pouvant aider les spécialistes de terrain quel que soit leur secteur d'exercice et les décideurs de santé publique à mieux évaluer l'impact de la pathologie sur l'individu, sur la société et sur l'économie du pays

CHAPITRE VI : CONCLUSION

Proposer ainsi des stratégies de lutte et de prévention efficaces, appropriées et ciblées selon une situation réelle de la pathologie et de ces facteurs de risque qui sont à l'origine d'un important surcoût économique

L'application d'un SIG exige un engagement et une mobilisation permanente de l'ensemble des spécialistes et des compétences concernées

La surveillance conjointe de l'homme et de l'animal réduit le temps nécessaire à la détection de la source d'infection humaine principale et permet ainsi des interventions de lutte plus ciblées et une évaluation du niveau de sous-signallement.

Les modèles de transmission bétail-humain démontrent et quantifient l'effet des interventions chez les animaux sur la santé publique, ce qui ne peut être démontré en étudiant la transmission chez l'homme et le bétail de manière isolée.

Notre approche s'inspire aussi de l'EPBH (Evidence Based Public Health) en rendant possible la recherche de la causalité, des liens entre les facteurs de risque et des maladies qui avec la démonstration de l'efficacité ou pas des interventions et l'étude des modalités d'implantation des interventions en fonction du contexte'' définissent les trois niveaux du concept EPBH (Rychetnik L, Hawe P, Waters E, Barratt A, Frommer M. A glossary for evidence based public health. *JEpidemiol Community Health* 2004 ; 58:538-45).

Enfin notre travail n'est qu'une première étape de mise en œuvre de l'application du SIG au niveau d'une Wilaya ; qu'il s'agit de bien affiner et de projeter à l'échelle de la région Est

Dans le domaine de la lutte contre les zoonoses, l'utilisation des SIG et des technologies cartographiques est capitale. La mise en commun d'informations cartographiées est un outil puissant pour la surveillance et la gestion des priorités en santé publique.

La surveillance épidémiologique étant une fonction nationale ; cette perspective reste conditionnée par la coopération et la coordination multidisciplinaire, multisectorielle et un support logistiques technique et financiers. Ce qui est recherché ce n'est pas tant la technicité de l'approche, mais plutôt un consensus sur une vision stratégique de la santé dans une logique Intersectorielle et participative, la santé publique étant l'affaire d'une pluralité d'acteurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. BIBLIOGRAPHIE

References

1. Thompson A., Kutz S. Introduction to the Special Issue on ‘Emerging Zoonoses and Wildlife’ *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 2019; 9:322. doi: 10.1016/j.ijppaw.2019.07.002. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
2. World Health Organization Asia Pacific Strategy for Emerging Diseases: 2010. [(accessed on 20 July 2020)]; Manila: WHO Regional Office for the Western Pacific. Available online: https://iris.wpro.who.int/bitstream/handle/10665.1/7819/9789290615040_eng.pdf
3. Slingenbergh J. *World Livestock 2013: Changing Disease Landscapes*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); Rome, Italy: 2013. p. 2. [Google Scholar]
4. World Health Organization WHO Health Topic Page: Zoonoses. [(accessed on 20 July 2020)]; Available online: <https://www.who.int/topics/zoonoses/en/>
5. Taylor L.H., Latham S.M., Woolhouse M.E. Risk factors for human disease emergence. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 2001; 356:983–989. doi: 10.1098/rstb.2001.0888. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
6. Grace D., Mutua F., Ochungo P., Kruska R., Jones K., Brierley L., Lapar L., Said M., Herrero M., Phuc P.M., et al. *Zoonoses Project 4. Report to the UK Department for International Development. International Livestock Research Institute; Nairobi, Kenya: 2012. Mapping of poverty and likely zoonoses hotspots.* [Google Scholar]
7. Chomel B.B. *Encyclopedia of Microbiology*. 3rd ed. Elsevier Inc., University of California; Davis, CA, USA: 2009. Zoonoses; pp. 820–829. [Google Scholar]
8. Hubálek Z. Emerging human infectious diseases: Anthroponoses, zoonoses, and sapronoses. *Emerg. Infect. Dis.* 2003; 9:403–404. doi: 10.3201/eid0903.020208. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
9. McDaniel C.J., Cardwell D.M., Moeller R.B., Gray G.C. Humans and cattle: A review of bovine zoonoses. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2014; 14:1–19.

- doi: 10.1089/vbz.2012.1164. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
10. Bae S.E., Son H.S. Classification of viral zoonosis through receptor pattern analysis. *BMC Bioinform.* 2011; 12:96. doi: 10.1186/1471-2105-12-96. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
 11. Mortimer P.P. Influenza: The centennial of a zoonosis. *Rev. Med. Virol.* 2019; 29:e2030. doi: 10.1002/rmv.2030. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
 12. Huang Y.J.S., Higgs S., Vanlandingham D.L. Arbovirus-mosquito vector-host interactions and the impact on transmission and disease pathogenesis of arboviruses. *Front. Microbiol.* 2019; 10:22. doi: 10.3389/fmicb.2019.00022. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
 13. Pavlovsky E.N. *Natural Nidality of Transmissible Diseases with Special Reference to the Landscape Epidemiology of Zoonoses*. University of Illinois Press; Champaign, IL, USA: 1966. [Google Scholar].
 14. Beaty B.J., Marquardt W.C. *The Biology of Disease Vector*. University Press of Colorado; Niwot, CO, USA: 1996. [Google Scholar]
 15. Somov G.P., Litvin V.J. *Saprophytism and Parasitism of Pathogenic Bacteria—Ecological Aspects*. Nauka; Novosibirsk, Russia: 1988. (In Russian) [Google Scholar]
 16. Schwabe C.W. *Veterinary Medicine and Human Health*. The Williams & Wilkins Company, 428 E. Preston St.; Baltimore, MD, USA: 1964. *Veterinary medicine and human health*. [Google Scholar]
 17. Olayemi A., Adesina A.S., Strecker T., Magassouba N.F., Fichet-Calvet E. Determining Ancestry between Rodent-and Human-Derived Virus Sequences in Endemic Foci: Towards a More Integral Molecular Epidemiology of Lassa Fever within West Africa. *Biology.* 2020; 9:26. doi: 10.3390/biology9020026. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
 18. Cerdà-Cuellar M., Moré E., Ayats T., Aguilera M., Muñoz-González S., Antilles N., Ryan P.G., González-Solís J. Do humans spread zoonotic enteric bacteria in Antarctica? *Sci. Total Environ.* 2019; 654:190–196. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.272. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
 19. Adesokan H.K., Akinseye V.O., Streicher E.M., Van Helden P., Warren R.M., Cadmus S.I. Reverse zoonotic tuberculosis transmission from an emerging

- Uganda I strain between pastoralists and cattle in South-Eastern Nigeria. *BMC Vet. Res.* 2019; 15:1–7. doi: 10.1186/s12917-019-2185-1. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
20. Messenger A.M., Barnes A.N., Gray G.C. Reverse zoonotic disease transmission (zooanthroponosis): A systematic review of seldom-documented human biological threats to animals. *PLoS ONE.* 2014;9:e89055. doi: 10.1371/journal.pone.0089055. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
21. County of Los Angeles Public Health Overview of Zoonoses. [(accessed on 20 July 2020)]; Available online: <http://www.lapublichealth.org/vet/guides/vetzooman.htm>
22. Morand S., McIntyre K.M., Baylis M. Domesticated animals and human infectious diseases of zoonotic origins: Domestication time matters. *Infect. Genet. Evol.* 2014;24:76–81. doi: 10.1016/j.meegid.2014.02.013. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
23. McNeill W.H. *Plagues and People*. Anchor Press; New York, NY, USA: 1976. [Google Scholar]
24. Klous G., Huss A., Heederik D.J., Coutinho R.A. Human–livestock contacts and their relationship to transmission of zoonotic pathogens, a systematic review of literature. *One Health.* 2016; 2:65–76. doi: 10.1016/j.onehlt.2016.03.001. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
25. Pearce-Duvet J.M. The origin of human pathogens: Evaluating the role of agriculture and domestic animals in the evolution of human disease. *Biol. Rev.* 2006;81:369–382.; 81:3690.1017/S1464793106007020. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
26. Samad M.A. Public health threat caused by zoonotic diseases in Bangladesh. *Bangladesh J. Vet. Med.* 2011; 9:95–120. doi: 10.3329/bjvm.v9i2.13451. [CrossRef] [Google Scholar]
27. Ghasemzadeh I., Namazi S.H. Review of bacterial and viral zoonotic infections transmitted by dogs. *J. Med. Life.* 2015; 8:1–5. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

28. Goel A.K. Anthrax: A disease of biowarfare and public health importance. *World J. Clin. Cases.* 2015; 3:20–33. doi: 10.12998/wjcc.v3.i1.20. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
29. Kamal S.M., Rashid A.K., Bakar M.A., Ahad M.A. Anthrax: An update. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 2011;1:496–501. doi: 10.1016/S2221-1691(11)60109-3. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
30. Torgerson P.R., Torgerson D.J. Public health and bovine tuberculosis: What’s all the fuss about? *Trends Microbiol.* 2010;18:67–72. doi: 10.1016/j.tim.2009.11.002. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
31. Bayraktar B., Bulut E., Barış A.B., Toksoy B., Dalgıç N., Celikkan C., Sevgi D. Species distribution of the *Mycobacterium tuberculosis* complex in clinical isolates from 2007 to 2010 in Turkey: A prospective study. *J. Clin. Microbiol.* 2011;49:3837–3841. doi: 10.1128/JCM.01172-11. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
32. Bayraktar B., Togay A., Gencer H., Kockaya T., Dalgıç N., Bulut E. *Mycobacterium caprae* causing lymphadenitis in a child. *Pediatr. Infect. Dis. J.* 2011;30:1012–1013. [PubMed] [Google Scholar]
33. Moda G., Daborn C.J., Grange J.M., Cosivi O. The zoonotic importance of *Mycobacterium bovis*. *Tuber. Lung Dis.* 1996;77:103–108. doi: 10.1016/S0962-8479(96)90022-2. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
34. Ocepek M., Pate M., Žolnir-Dovč M., Poljak M. Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* from human to cattle. *J. Clin. Microbiol.* 2005;43:3555–3557. doi: 10.1128/JCM.43.7.3555-3557.2005. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
35. Hull N.C., Schumaker B.A. Comparisons of brucellosis between human and veterinary medicine. *Infect. Ecol. Epidemiol.* 2018; 8:1500846. doi: 10.1080/20008686.2018.1500846. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
36. WHO. The Control of Neglected Zoonotic Diseases: From Advocacy to Action: Report of the Fourth International Meeting Held at WHO Headquarters, Geneva, Switzerland, 19–20 November 2014. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2015. p. 44. [Google Scholar]

37. Corbel M.J., Alton G.G., Banai M., Díaz R., Dranovskaia B.A., Elberg S.S., Garin-Bastuji B., Kolar J., Mantovani A., Mousa A.M., et al. Brucellosis in Humans and Animals. WHO Press; Geneva, Switzerland: 2006. [Google Scholar]
38. Rahman M.S., Han J.C., Park J., Lee J.H., Eo S.K., Chae J.S. Prevalence of brucellosis and its association with reproductive problems in cows in Bangladesh. *Vet. Rec.* 2006; 159: 180–182. doi: 10.1136/vr.159.6.180. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
39. Krebs J.W., Mandel E.J., Swerdlow D.L., Rupprecht C.E. Rabies surveillance in the United States during 2003. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2004; 225: 1837–1849. doi: 10.2460/javma.2004.225.1837. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
40. Tang X., Luo M., Zhang S., Fooks A.R., Hu R., Tu C. Pivotal role of dogs in rabies transmission, China. *Emerg. Infect. Dis.* 2005; 11: 1970–1972. doi: 10.3201/eid1112.050271. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
41. Liu Q., Wang X., Liu B., Gong Y., Mkandawire N., Li W., Fu W., Li L., Gan Y., Shi J., et al. Improper wound treatment and delay of rabies post-exposure prophylaxis of animal bite victims in China: Prevalence and determinants. *PLoS Neglect. Trop. Dis.* 2017; 11: e0005663. doi: 10.1371/journal.pntd.0005663. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
42. World Health Organization Rabies vaccines: WHO position paper. *Wkly. Epidemiol. Rec.* 2018; 93: 201–220. [Google Scholar]
43. Ghosh S., Rana M.S., Islam M.K., Chowdhury S., Haider N., Kafi M.A.H., Ullah S.M., Shah M.R.A., Jahan A.A., Mursalin H.S., et al. Trends and clinico-epidemiological features of human rabies cases in Bangladesh 2006–2018. *Sci. Rep.* 2020;10: 1–11. doi: 10.1038/s41598-020-59109-w. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
44. Plotkin S., Orenstein W., Offit P., Edwards M.K. Plotkin's Vaccines. 7th ed. Elsevier; Philadelphia, PA, USA: 2017. Vaccine; pp. 918–942. [Google Scholar]
45. Jackson A.C. Human rabies: A 2016 update. *Curr. Infect. Dis. Rep.* 2016;18:38. doi: 10.1007/s11908-016-0540-y. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
46. Mitrabhakdi E., Shuangshoti S., Wannakrairot P., Lewis R.A., Susuki K., Laothamatas J., Hemachudha T. Difference in neuropathogenetic mechanisms in

- human furious and paralytic rabies. *J. Neurol. Sci.* 2005; 238:3–10. doi: 10.1016/j.jns.2005.05.004. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
47. Hemachudha T., Laothamatas J., Rupprecht C.E. Human rabies: A disease of complex neuropathogenetic mechanisms and diagnostic challenges. *Lancet Neurol.* 2002;1:101–109. doi: 10.1016/S1474-4422(02)00041-8. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
48. Dimaano E.M., Scholand S.J., Alera M.T.P., Belandres D.B. Clinical and epidemiological features of human rabies cases in the Philippines: A review from 1987 to 2006. *Int. J. Infect. Dis.* 2011; 15:e495–e499. doi: 10.1016/j.ijid.2011.03.023. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
49. Chomel B.B., Sun B. Zoonoses in the bedroom. *Emerg. Infect. Dis.* 2011 ; 17:167–172. doi : 10.3201 /eid1702.101070. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
50. Halsby K.D., Walsh A.L., Campbell C., Hewitt K., Morgan D. Healthy animals, healthy people: Zoonosis risk from animal contact in pet shops, a systematic review of the literature. *PLoS ONE.* 2014; 9:e89309. doi: 10.1371/journal.pone.0089309. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
51. Day M.J. Pet-Related Infections. *Am. Fam. Physician.* 2016; 94: 794–802. [PubMed] [Google Scholar]
52. Jacob J., Lorber B. Diseases transmitted by man’s best friend: The dog. *Infect. Leis.* 2015; 3: 111–131. doi: 10.1128/microbiolspec.IOL5-0002-2015. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
53. Boseret G., Losson B., Mainil J.G., Thiry E., Saegerman C. Zoonoses in pet birds: Review and perspectives. *Vet. Res.* 2013; 44:36. doi: 10.1186/1297-9716-44-36. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
54. Moro C.V., Chauve C., Zenner L. Vectorial role of some dermanysoid mites (Acari, Mesostigmata, Dermanyssoidea) *Parasite.* 2005; 12:99–109. doi: 10.1051/parasite/2005122099. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
55. Dorrestein G.M. Bacterial and parasitic diseases of passerines. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.* 2009; 12:433–451. doi: 10.1016/j.cvex.2009.07.005. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

56. Jorn K.S., Thompson K.M., Larson J.M., Blair J.E. Polly can make you sick: Pet bird-associated diseases. *Cleve. Clin. J. Med.* 2009;76: 235–243. doi: 10.3949/ccjm.76a.08018. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
57. Zaman S.B., Sobur M.A., Hossain M.J., Pongdit A., Khatun M.M., Choudhury M.A., Tawyabur M., Rahman M.T. Molecular detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in ornamental birds having public health significance. *J. Bangladesh Agril. Univ.* 2020;18: 415–420. doi: 10.5455/JBAU.80165. [CrossRef] [Google Scholar]
58. Kauffman M.D., Le Jeune J. European starlings (*Sturnus vulgaris*) challenged with *Escherichia coli* O157 can carry and transmit the human pathogen to cattle. *Lett. Appl. Microbiol.* 2011; 53:596–601. doi: 10.1111/j.1472-765X.2011.03163.x. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
59. Belchior E., Barataud D., Ollivier R., Capek I., Laroucau K., De Barbeyrac B., Hubert B. Psittacosis outbreak after participation in a bird fair, Western France, December 2008. *Epidemiol. Infect.* 2011; 139:1637–1641. doi: 10.1017/S0950268811000409. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
60. Vanrompay D., Harkinezhad T., Van de Walle M., Beeckman D., Van Droogenbroeck C., Verminnen K., Leten R., Martel A., Cauwerts K. *Chlamydophila psittaci* transmission from pet birds to humans. *Emerg. Infect. Dis.* 2007; 13:1108–1110. doi: 10.3201/eid1307.070074. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
61. Chomel B.B. Emerging and Re-Emerging Zoonoses of Dogs and Cats. *Animals.* 2014; 4:434–445. doi: 10.3390/ani4030434. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
62. Burgos-Cáceres S. Canine rabies: A looming threat to public health. *Animals.* 2011; 1:326–342. doi: 10.3390/ani1040326. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
63. Faires M.C., Tater K.C., Weese J.S. An investigation of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization in people and pets in the same household with an infected person or infected pet. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 2009; 235:540–543. doi: 10.2460/javma.235.5.540. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
64. Klotz S.A., Ianas V., Elliott S.P. Cat-scratch disease. *Am. Fam. Physician.* 2011; 83:152–155. [PubMed] [Google Scholar]

65. Boylan S. Zoonoses associated with fish. *Vet. Clin. Exot. Anim. Pract.* 2011;14: 427–438. doi: 10.1016/j.cvex.2011.05.003. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
66. Alworth L.C., Harvey S.B. IACUC issues associated with amphibian research. *ILAR J.* 2007;48: 278–289. doi: 10.1093/ilar.48.3.278. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
67. Haenan O.L.M., Evans J.J., Berthe F. Bacterial infections from aquatic species: Potential for and prevention of contact zoonoses. *Rev. Sci. Tech.* 2013;32: 497–507. doi: 10.20506/rst.32.2.2245. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
68. Abbot S.L., Janda J.M., Johnson J.A., Farmer J.J. *Vibrio* and related organisms. In: Murray P.R., Barron E.J., Jorgensen J.H., Landry M.L., Pfaller M.A., editors. *Manual of Clinical Microbiology*. 9th ed. ASM Press; Washington, DC, USA: 2007. pp. 723–733. [Google Scholar]
69. Austin B. *Vibrios* as causal agents of zoonoses. *Vet. Microbiol.* 2010; 140:310–317. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.03.015. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
70. Zhang Q., Dong X., Chen B., Zhang Y., Zu Y., Li W. Zebrafish as a useful model for zoonotic *Vibrio parahaemolyticus* pathogenicity in fish and human. *Dev. Comp. Immunol.* 2016; 55:159–168. doi: 10.1016/j.dci.2015.10.021. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
71. Zereen F., Akter S., Sobur M.A., Hossain M.T., Rahman M.T. Molecular detection of *Vibrio cholerae* from human stool collected from SK Hospital, Mymensingh, and their antibiogram. *J. Adv. Vet. Anim. Res.* 2019; 6:451–455. doi: 10.5455/javar.2019.f367. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
72. Chen B.Y., Wang C.Y., Wang C.L., Fan Y.C., Weng I.T., Chou C.H. Prevalence and persistence of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat tilapia sashimi processing plants. *J. Food Prot.* 2016; 79: 1898–1903. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-16-149. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
73. Kušar D., Zajc U., Jenčič V., Očepek M., Higgins J., Žolnir-Dovč M., Pate M. Mycobacteria in aquarium fish: Results of a 3-year survey indicate caution required in handling pet-shop fish. *J. Fish Dis.* 2017;40: 773–784. doi: 10.1111/jfd.12558. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

74. Gauthier D.T., Rhodes M.W. Mycobacteriosis in fishes: A review. *Vet. J.* 2009; 180: 33–47. doi: 10.1016/j.tvjl.2008.05.012. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
75. Vega-López F. Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases. 10th ed. Elsevier Inc.; Amsterdam, The Netherlands: 2020. *Mycobacterium marinum* Infection: Fish Tank Granuloma; pp. 569–570. [Google Scholar]
76. Sunil V., Harris A.W., Sine B., Holt A.M., Noseworthy A.L., Sider D., Jamieson F.B., White S., Johnston C., Spohn O. Investigation of a community cluster of cutaneous *Mycobacterium marinum* infection, an emerging zoonotic pathogen in aquaculture industry, Haliburton, Kawartha, Pine Ridge District Health Unit, Ontario, Canada, July–August 2015. *Zoonoses Public Health.* 2019; 66:164–168. doi: 10.1111/zph.12521. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
77. Christopher T., Cassetty M.D., Miguel Sanchez M.D. *Mycobacterium marinum* infection. *Dermatol. Online J.* 2004; 10:21. [PubMed] [Google Scholar]
78. Reidarson T. Cetacea. In: Fowler M., editor. *Zoo and Wild Animal Medicine.* 5th ed. Saunders; St. Louis, MO, USA: 2003. pp. 442–459. [Google Scholar]
79. Dunn L. Bacterial and mycotic diseases of cetaceans and pinnipeds. In: Dierauf L., editor. *CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease, and Rehabilitation.* CRC Press; Boca Raton, FL, USA: 1990. pp. 73–87. [Google Scholar]
80. Gauthier D.T. Bacterial zoonoses of fishes: A review and appraisal of evidence for linkages between fish and human infections. *Vet. J.* 2015; 203:27–35. doi: 10.1016/j.tvjl.2014.10.028. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
81. Reboli A.C., Farrar W.E. *Erysipelothrix rhusiopathiae*: An occupational pathogen. *Clin. Microbiol. Rev.* 1989; 2:354–359. doi: 10.1128/CMR.2.4.354. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
82. Wang Q., Chang B.J., Riley T.V. *Erysipelothrix rhusiopathiae*. *Vet. Microbiol.* 2010; 140:405–417. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.08.012. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
83. Gorby G., Peacock J. *Erysipelothrix rhusiopathiae* endocarditis: Microbiologic, epidemiologic, and clinical features of an occupational disease. *Rev. Infect. Dis.* 1988; 10:317–325. doi: 10.1093/clinids/10.2.317. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- 84.** Klauder J., Kramer D., Nicholas L., Kast C., Groskin L.O.R.A.I.N.E. *Erysipelothrix rhusiopathiae* septicemia: Diagnosis and treatment: Report of fatal case of erysipeloid. JAMA. 1943; 122:938–943. doi: 10.1001/jama.1943.02840310030008. [CrossRef] [Google Scholar]
- 85.** Principe L., Bracco S., Mauri C., Tonolo S., Pini B., Luzzaro F. *Erysipelothrix rhusiopathiae* bacteremia without endocarditis: Rapid identification from positive blood culture by MALDI-TOF mass spectrometry. A case report and literature review. Infect. Dis. Rep. 2016;8: 6368. doi: 10.4081/idr.2016.6368. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 86.** Gibello A., Galán-Sánchez F., Blanco M.M., Rodríguez-Iglesias M., Domínguez L., Fernández-Garayzábal J.F. The zoonotic potential of *Lactococcus garvieae*: An overview on microbiology, epidemiology, virulence factors and relationship with its presence in foods. Res. Vet. Sci. 2016;109: 59–70. doi: 10.1016/j.rvsc.2016.09.010. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 87.** Meyburgh C.M., Bragg R.R., Boucher C.E. *Lactococcus garvieae*: An emerging bacterial pathogen of fish. Dis. Aquat. Org. 2017;123: 67–79. doi: 10.3354/dao03083. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 88.** Vendrell D., Balcázar J.L., Ruiz-Zarzuela I., De Blas I., Gironés O., Múzquiz J.L. *Lactococcus garvieae* in fish: A review. Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis. 2006;29:177–198. doi: 10.1016/j.cimid.2006.06.003. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 89.** Malek A., De la Hoz A., Gomez-Villegas S.I., Nowbakht C., Arias C.A. *Lactococcus garvieae*, an unusual pathogen in infective endocarditis: Case report and review of the literature. BMC Infect. Dis. 2019;19:301. doi: 10.1186/s12879-019-3912-8. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 90.** Chan J.F.W., Woo P.C.Y., Teng J.L.L., Lau S.K.P., Leung S.S.M., Tam F.C.C., Yuen K.Y. Primary infective spondylodiscitis caused by *Lactococcus garvieae* and a review of human *L. garvieae* infections. Infection. 2011;39: 259–264. doi: 10.1007/s15010-011-0094-8. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 91.** Kim J.H., Go J., Cho C.R., Kim J.I., Lee M.S., Park S.C. First report of human acute acalculous cholecystitis caused by the fish pathogen *Lactococcus garvieae*.

- J. Clin. Microbiol. 2013;51:712–714. doi: 10.1128/JCM.02369-12. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 92.** Maekawa S., Yoshida T., Wang P.C., Chen S.C. Current knowledge of nocardiosis in teleost fish. J. Fish Dis. 2018;41:413–419. doi: 10.1111/jfd.12782. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 93.** Austin B., Austin D. Bacterial Fish Pathogens: Diseases in Farmed and Wild Fish. 3rd ed. Springer-Praxis; Chichester, UK: 1999. [Google Scholar]
- 94.** Orchard V.A. Nocardial infections of animals in New Zealand, 1976–1978. N. Z. Vet. J. 1979;27: 159–165. doi: 10.1080/00480169.1979.34634. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 95.** Walton A.M., Libke K.G. Nocardiosis in animals. Vet. Med. Small. Anim. Clin. 1974;69: 1105–1107. [PubMed] [Google Scholar]
- 96.** Lederman E.R., Crum N.F. A case series and focused review of nocardiosis: Clinical and microbiologic aspects. Medicine. 2004;83:300–313. doi: 10.1097/01.md.0000141100.30871.39. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 97.** Newell D.G., Koopmans M., Verhoef L., Duizer E., Aidara-Kane A., Sprong H., Opsteegh M., Langelaar M., Threlfall J., Scheutz F., et al. Food-borne diseases—The challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. Int. J. Food Microbiol. 2010;139: S3–S15. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.021. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 98.** World Health Organization. WHO Estimates of the Global Burden of Foodborne Diseases: Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group 2007–2015. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2015. p. 225. [Google Scholar]
- 99.** Thorns C.J. Bacterial food-borne zoonoses. Rev. Sci. Tech. 2000; 19:226–239. doi: 10.20506/rst.19.1.1219. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 100.** Ievy S., Islam M.S., Sobur M.A., Talukder M., Rahman M.B., Khan M.F.R., Rahman M.T. Molecular Detection of Avian Pathogenic *Escherichia coli* (APEC) for the First Time in Layer Farms in Bangladesh and Their Antibiotic Resistance Patterns. Microorganisms. 2020; 8:1021.

- doi: 10.3390/microorganisms 8071021. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 101.** Alam S.B., Mahmud M., Akter R., Hasan M., Sobur A., Nazir K.H.M., Noreddin A., Rahman T., El Zowalaty M.E., Rahman M. Molecular detection of multidrug resistant *Salmonella* species isolated from broiler farm in Bangladesh. *Pathogens*. 2020;9:201. doi: 10.3390/pathogens9030201. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 102.** Sobur M.A., Sabuj A.A.M., Sarker R., Rahman A.M.M.T., Kabir S.M.L., Rahman M.T. Antibiotic-resistant *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. associated with dairy cattle and farm environment having public health significance. *Vet. World*. 2019;12:984–993. doi: 10.14202/vetworld.2019.984-993. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 103.** Treacy J., Jenkins C., Paranthaman K., Jorgensen F., Mueller-Doblies D., Anjum M., Kaindama L., Hartman H., Kirchner M., Carson T., et al. Outbreak of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157: H7 linked to raw drinking milk resolved by rapid application of advanced pathogen characterisation methods, England, August to October 2017. *Eurosurveill*. 2019; 24:1800191. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.16.1800191. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 104.** Yara D.A., Greig D.R., Gally D.L., Dallman T.J., Jenkins C. Comparison of Shiga toxin-encoding bacteriophages in highly pathogenic strains of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157: H7 in the UK. *Microb. Genom*. 2020; 6:e000334. doi: 10.1099/mgen.0.000334. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 105.** Mir R.A., Kudva I.T. Antibiotic-resistant Shiga toxin-producing *Escherichia coli*: An overview of prevalence and intervention strategies. *Zoonoses Public Health*. 2019; 66:1–13. doi: 10.1111/zph.12533. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 106.** Hanboonsong Y., Jamjanya T., Durst P.B. Six-Legged Livestock: Edible Insect Farming, Collection and Marketing in Thailand. Food and Agriculture Organization (FAO), Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok; Bangkok, Thailand: 2013. RAP Publication No. 2013/03. [Google Scholar]
- 107.** Gałęcki R., Sokół R. A parasitological evaluation of edible insects and their role in the transmission of parasitic diseases to humans and animals. *PLoS ONE*. 2019;

- 14:e0219303. doi: 10.1371/journal.pone.0219303. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 108.** Van Huis A., Van Itterbeeck J., Klunder H., Mertens E., Halloran A., Muir G., Vantomme P. Edible Insects: Future Prospects for Food and Food. Food and Agriculture Organisation of the United Nations; Rome, Italy: 2013. [Google Scholar]
- 109.** Belluco S., Losasso C., Ricci A., Maggioletti M., Alonzi C., Paoletti M.G. Edible insects: A food security solution or a food safety concern Anim. Front. 2015;5:25–30. [Google Scholar]
- 110.** Belluco S., Losasso C., Maggioletti M., Alonzi C.C., Paoletti M.G., Ricci A. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical review. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2013; 12:296–313. doi: 10.1111/1541-4337.12014. [CrossRef] [Google Scholar]
- 111.** Blum M.S. The limits of entomophagy: A discretionary gourmand in a world of toxic insects. Food Insects Newsl. 1994;7:1–6. [Google Scholar]
- 112.** Klunder H.C., Wolkers-Rooijackers J.C.M., Korpela J.M., Nout M.J.R. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. Food Control. 2012;26:628–631. doi: 10.1016/j.foodcont.2012.02.013. [CrossRef] [Google Scholar]
- 113.** Nelson W., Harris B. Flies, fingers, fomites, and food. Campylo-bacteriosis in New Zealand food-associated rather than food-borne. N. Z. Med. J. 2006;119:U2128. [PubMed] [Google Scholar]
- 114.** Ahmad A., Nagaraja T.G., Zurek L. Transmission of *Escherichia coli* O157:H7 to cattle by house flies. Prev. Vet. Med. 2007;80:74–81. doi: 10.1016/j.prevetmed.2007.01.006. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 115.** Sobur A., Haque Z.F., Sabuj A.A., Ievy S., Rahman A.T., El Zowalaty M.E., Rahman T. Molecular detection of multidrug and colistin-resistant *Escherichia coli* isolated from house flies in various environmental settings. Future Microbiol. 2019;14:847–858. doi: 10.2217/fmb-2019-0053. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 116.** Sobur A., Hasan M., Haque E., Mridul A.I., Noreddin A., El Zowalaty M.E., Rahman T. Molecular Detection and Antibiotyping of Multidrug-Resistant *Salmonella* Isolated from Houseflies in a Fish Market. Pathogens. 2019;8:191.

- doi: 10.3390/pathogens8040191. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 117.** Wilson M.E., Lorente C.A., Allen J.E., Eberhard M.L. Gongylonema infection of the mouth in a resident of Cambridge, MA. *Clin. Infect. Dis.* 2001;32:1378–1380. doi: 10.1086/319991. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 118.** Graczyk T.K., Knight R., Tamang L. Mechanical transmission of human protozoan parasites by insects. *Clin. Microbiol. Rev.* 2005;18:128–132. doi: 10.1128/CMR.18.1.128-132.2005. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 119.** World Health Organization Emerging Zoonoses. [(accessed on 18 July 2020)]; Available online: https://www.who.int/zoonoses/emerging_zoonoses/en/
- 120.** Woolhouse M.E., Gowtage-Sequeria S. Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerg. Infect. Dis.* 2005; 11: 1842–1847. doi: 10.3201/eid1112.050997. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 121.** Lindahl J.F., Grace D. The consequences of human actions on risks for infectious diseases: A review. *Infect. Ecol. Epidemiol.* 2015; 5:30048. doi: 10.3402/iee.v5.30048. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 122.** Kruse H., Kirkemo A.M., Handeland K. Wildlife as source of zoonotic infections. *Emerg. Infect. Dis.* 2004; 10:2067–2072. doi: 10.3201/eid1012.040707. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 123.** Cutler S.J., Fooks A.R., Van der Poel W.H. Public health threat of new, reemerging, and neglected zoonoses in the industrialized world. *Emerg. Infect. Dis.* 2010;16:1–7. doi: 10.3201/eid1601.081467. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 124.** Liu Q., Cao L., Zhu X.Q. Major emerging and re-emerging zoonoses in China: A matter of global health and socioeconomic development for 1.3 billion. *Int. J. Infect. Dis.* 2014;25:65–72. doi: 10.1016/j.ijid.2014.04.003. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 125.** Bao M., Pierce G.J., Pascual S., González-Muñoz M., Mattiucci S., Mladineo I., Cipriani P., Bušelić I., Strachan N.J. Assessing the risk of an emerging zoonosis of worldwide concern: Anisakiasis. *Sci. Rep.* 2017;7:43699.

- doi: 10.1038/srep43699. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 126.** Naicker P.R. The impact of climate change and other factors on zoonotic diseases. *Arch. Clin. Microbiol.* 2011;2:2–7. [Google Scholar]
- 127.**
- 128.** Jones K.E., Patel N.G., Levy M.A., Storeygard A., Balk D., Gittleman J.L., Daszak P. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature.* 2008;451:990–993. doi: 10.1038/nature06536. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 129.** Wang Y., Wang Y., Chen Y., Qin Q. Unique epidemiological and clinical features of the emerging 2019 novel coronavirus pneumonia (COVID-19) implicate special control measures. *J. Med. Virol.* 2020;92: 568–576. doi: 10.1002/jmv.25748. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- 130.** Yu X.J., Liang M.F., Zhang S.Y., Liu Y., Li J.D., Sun Y.L., Zhang L., Zhang Q.F., Popov V.L., Li C., et al. Fever with thrombocytopenia associated with a novel bunyavirus in China. *N. Engl. J. Med.* 2011; 364:1523–1532. doi: 10.1056/NEJMoa1010095. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 131.** Tran X.C., Yun Y., Le Van An S.H.K., Thao N.T.P., Man P.K.C., Yoo J.R., Heo S.T., Cho N.H., Lee K.H. Endemic severe fever with thrombocytopenia syndrome, Vietnam. *Emerg. Infect. Dis.* 2019; 25:1029–1031. doi: 10.3201/eid2505.181463. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 132.** Li H., Lu Q.B., Xing B., Zhang S.F., Liu K., Du J., Li X.K., Cui N., Yang Z.D., Wang L.Y., et al. Epidemiological and clinical features of laboratory-diagnosed severe fever with thrombocytopenia syndrome in China, 2011–2017: A prospective observational study. *Lancet Infect. Dis.* 2018; 18:1127–1137. doi: 10.1016/S1473-3099(18)30293-7. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 133.** Bao C.J., Guo X.L., Qi X., Hu J.L., Zhou M.H., Varma J.K., Cui L.B., Yang H.T., Jiao Y.J., Klena J.D., et al. A family cluster of infections by a newly recognized bunyavirus in eastern China, 2007: Further evidence of person-to-person

- transmission. *Clin. Infect. Dis.* 2011; 53:1208–1214. doi: 10.1093/cid/cir732. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 134.** Park S.J., Kim Y.I., Park A., Kwon H.I., Kim E.H., Si Y.J., Song M.S., Lee C.H., Jung K., Shin W.J., et al. Ferret animal model of severe fever with thrombocytopenia syndrome phlebovirus for human lethal infection and pathogenesis. *Nature Microbiol.* 2019;4:438–446. doi: 10.1038/s41564-018-0317-1. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 135.** Cui F., Cao H.X., Wang L., Zhang S.F., Ding S.J., Yu X.J., Yu H. Clinical and epidemiological study on severe fever with thrombocytopenia syndrome in Yiyuan County, Shandong Province, China. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2013;88:510–512. doi: 10.4269/ajtmh.11-0760. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 136.** Takahashi T., Maeda K., Suzuki T., Ishido A., Shigeoka T., Tominaga T., Kamei T., Honda M., Ninomiya D., Sakai T., et al. The first identification and retrospective study of severe fever with thrombocytopenia syndrome in Japan. *J. Infect. Dis.* 2014;209:816–827. doi: 10.1093/infdis/jit603. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 137.** Kim K.H., Yi J., Kim G., Choi S.J., Jun K.I., Kim N.H., Choe P.G., Kim N.J., Lee J.K., Oh M.D. Severe fever with thrombocytopenia syndrome, South Korea, 2012. *Emerg. Infect. Dis.* 2013;19:1892–1894. doi: 10.3201/eid1911.130792. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 138.** McMullan L.K., Folk S.M., Kelly A.J., MacNeil A., Goldsmith C.S., Metcalfe M.G., Batten B.C., Albariño C.G., Zaki S.R., Rollin P.E., et al. A new phlebovirus associated with severe febrile illness in Missouri. *N. Engl. J. Med.* 2012;367:834–841. doi: 10.1056/NEJMoa1203378. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 139.** Lee J., Chowell G., Jung E. A dynamic compartmental model for the Middle East respiratory syndrome outbreak in the Republic of Korea: A retrospective analysis on control interventions and superspreading events. *J. Theor. Biol.* 2016;408:118–126. doi: 10.1016/j.jtbi.2016.08.009. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 140.** Hui D.S. Epidemic and emerging coronaviruses (severe acute respiratory syndrome and Middle East respiratory syndrome) *Clin. Chest Med.* 2017; 38:71–

86. doi: 10.1016/j.ccm.2016.11.007. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 141.** Perlman S. Another decade, another coronavirus. *N. Engl. J. Med.* 2020; 382:760–762. doi: 10.1056/NEJMe2001126. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 142.** de Wit E., Feldmann F., Cronin J., Jordan R., Okumura A., Thomas T., Scott D., Cihlar T., Feldmann H. Prophylactic and therapeutic remdesivir (GS-5734) treatment in the rhesus macaque model of MERS-CoV infection. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2020;117:6771–6776. doi: 10.1073/pnas.1922083117. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 143.** Wernery U., Lau S.K., Woo P.C. Middle East respiratory syndrome (MERS) coronavirus and dromedaries. *Vet. J.* 2017;220:75–79. doi: 10.1016/j.tvjl.2016.12.020. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 144.** Schwartz D.A., Graham A.L. Potential maternal and infant outcomes from (Wuhan) coronavirus 2019-nCoV infecting pregnant women: Lessons from SARS, MERS, and other human coronavirus infections. *Viruses.* 2020;12:194. doi: 10.3390/v12020194. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 145.** Thompson R.A., Polley L. Parasitology and one health. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 2014;3:A1–A2. doi: 10.1016/j.ijppaw.2014.09.002. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 146.** Thompson R.A. Parasite zoonoses and wildlife: One health, spillover and human activity. *Int. J. Parasitol.* 2013; 43:1079–1088. doi: 10.1016/j.ijpara.2013.06.007. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 147.** Aguirre A.A. Changing patterns of emerging zoonotic diseases in wildlife, domestic animals, and humans linked to biodiversity loss and globalization. *ILAR J.* 2017; 58:315–318. doi: 10.1093/ilar/ilx035. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 148.** Akter M., Islam M.S., Islam M.A., Sobur M.A., Jahan M.S., Rahman S., Nazir K.N.H., Rahman M.T. Migratory birds as the potential source for the transmission of *Aspergillus* and other fungus to Bangladesh. *J. Adv. Vet. Anim. Res.* 2020;

- 7:338–344. doi: 10.5455/javar.2020.g427. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 149.** Bengis R.G., Leighton F.A., Fischer J.R., Artois M., Morner T., Tate C.M. The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Rev. Sci. Tech. OIE.* 2004; 23:497–512. [PubMed] [Google Scholar]
- 150.** Williams E.S., Yuill T., Artois M., Fischer J., Haigh S.A. Emerging infectious diseases in wildlife. *Rev. Sci. Tech. OIE.* 2002; 21:139–158. doi: 10.20506/rst.21.1.1327. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 151.** Cupertino M.C., Resende M.B., Mayer N.A., Carvalho L.M., Siqueira-Batista R. Emerging and re-emerging human infectious diseases: A systematic review of the role of wild animals with a focus on public health impact. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 2020;13:99–106. doi: 10.4103/1995-7645.277535. [CrossRef] [Google Scholar]
- 152.** Cunningham A.A., Daszak P., Wood J.L.N. One health, emerging infectious diseases and wildlife: Two decades of progress? *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 2018;372:20160167. doi: 10.1098/rstb.2016.0167. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 153.** Reperant L.A., Mackenzie J., Osterhaus A.D.M.E. Periodic global one health threats update. *One Health.* 2016;2:1–7. doi: 10.1016/j.onehlt.2015.11.001. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 154.** Daszak P., Cunningham A.A., Hyatt A.D. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta. Trop.* 2001;78:103–116. doi: 10.1016/S0001-706X(00)00179-0. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 155.** Martinez E., Cesário C., Silva I.O., Boere V. Domestic dogs in rural area of fragmented atlantic forest: Potential threats to wild animals. *Cienc. Rural.* 2013;43:111–222. doi: 10.1590/S0103-84782013001100013. [CrossRef] [Google Scholar]
- 156.** Fehr A.R., Perlman S. *Coronaviruses.* Volume 1282. Humana Press; Totowa, NJ, USA: 2015. *Coronaviruses: An overview of their replication and pathogenesis;* pp. 1–23. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
- 157.** Li G., Fan Y., Lai Y., Han T., Li Z., Zhou P., Pan P., Wang W., Hu D., Liu X., et al. Coronavirus infections and immune responses. *J. Med. Virol.* 2020;92:424–

432. doi: 10.1002/jmv.25685. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 158.** Lam T.T.Y., Jia N., Zhang Y.W., Shum M.H.H., Jiang J.F., Zhu H.C., Tong Y.G., Shi Y.X., Ni X.B., Liao Y.S., et al. Identifying SARS-CoV-2-related coronaviruses in Malayan pangolins. *Nature*. 2020; 583:282–285. doi: 10.1038/s41586-020-2169-0. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 159.** Channappanavar R., Perlman S. Pathogenic human coronavirus infections: Causes and consequences of cytokine storm and immunopathology. *Semin. Immunopathol.* 2017;39:529–539. doi: 10.1007/s00281-017-0629-x. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 160.** Rahman T., Sobur A., Islam S., Toniolo A., Nazir K.N.H. Is the COVID-19 pandemic masking dengue epidemic in Bangladesh? *J. Adv. Vet. Anim. Res.* 2020;7:218–219. doi: 10.5455/javar.2020.g412. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 161.** World Health Organization Coronavirus disease (COVID-19) Weekly Epidemiological Update and Weekly Operational Update. [(accessed on 31 August 2020)]; Available online: [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200831-weekly-epi-update-3.pdf](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200831-weekly-epi-update-3.pdf?sfvrsn=d7032a2a_4)
- 162.** Corman V.M., Baldwin H.J., Tateno A.F., Zerbinati R.M., Annan A., Owusu M., Nkrumah E.E., Maganga G.D., Oppong S., Adu-Sarkodie Y., et al. Evidence for an ancestral association of human coronavirus 229E with bats. *J. Virol.* 2015;89:11858–11870. doi: 10.1128/JVI.01755-15. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 163.** Tao Y., Shi M., Chommanard C., Queen K., Zhang J., Markotter W., Kuzmin I.V., Holmes E.C., Tong S. Surveillance of bat coronaviruses in Kenya identifies relatives of human coronaviruses NL63 and 229E and their recombination history. *J. Virol.* 2017;91:e01953-16. doi: 10.1128/JVI.01953-16. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 164.** Corman V.M., Eckerle I., Memish Z.A., Liljander A.M., Dijkman R., Jonsdottir H., Ngeiywa K.J.J., Kamau E., Younan M., Al Masri M., et al. Link of a ubiquitous human coronavirus to dromedary camels. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*

- 2016;113:9864–9869. doi: 10.1073/pnas.1604472113. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 165.** Hamre D., Procknow J.J. A new virus isolated from the human respiratory tract. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 1966;121:190–193. doi: 10.3181/00379727-121-30734. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 166.** McIntosh K., Dees J.H., Becker W.B., Kapikian A.Z., Chanock R.M. Recovery in tracheal organ cultures of novel viruses from patients with respiratory disease. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 1967;57:933–940. doi: 10.1073/pnas.57.4.933. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 167.** Tyrrell D.A.J., Cohen S., Schilarb J.E. Signs and symptoms in common colds. *Epidemiol. Infect.* 1993;111:143–156. doi: 10.1017/S0950268800056764. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 168.** Bradburne A.F., Bynoe M.L., Tyrrell D.A. Effects of a “new” human respiratory virus in volunteers. *Br. Med. J.* 1967;3:767–769. doi: 10.1136/bmj.3.5568.767. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 169.** Donaldson E.F., Haskew A.N., Gates J.E., Huynh J., Moore C.J., Frieman M.B. Metagenomic analysis of the viromes of three North American bat species: Viral diversity among different bat species that share a common habitat. *J. Virol.* 2010;84:13004–13018. doi: 10.1128/JVI.01255-10. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 170.** Huynh J., Li S., Yount B., Smith A., Sturges L., Olsen J.C., Nagel J., Johnson J.B., Agnihothram S., Gates J.E., et al. Evidence supporting a zoonotic origin of human coronavirus strain NL63. *J. Virol.* 2012;86:12816–12825. doi: 10.1128/JVI.00906-12. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 171.** Van Der Hoek L., Pyrc K., Jebbink M.F., Vermeulen-Oost W., Berkhout R.J., Wolthers K.C., Wertheim-van Dillen P.M., Kaandorp J., Spaargaren J., Berkhout B. Identification of a new human coronavirus. *Nat. Med.* 2004;10:368–373. doi: 10.1038/nm1024. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 172.** Abdul-Rasool S., Fielding B.C. Understanding human coronavirus HCoV-NL63. *Open Virol. J.* 2010;4:76–84. doi: 10.2174/1874357901004010076. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- 173.** Fouchier R.A., Hartwig N.G., Bestebroer T.M., Niemeyer B., De Jong J.C., Simon J.H., Osterhaus A.D. A previously undescribed coronavirus associated with respiratory disease in humans. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2004;101:6212–6216. doi: 10.1073/pnas.0400762101. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 174.** Van Der Hoek L., Sure K., Ihorst G., Stang A., Pyrc K., Jebbink M.F., Petersen G., Forster J., Berkhout B., Überla K. Croup is associated with the novel coronavirus NL63. *PLoS Med.* 2005;2:e240. doi: 10.1371/journal.pmed.0020240. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 175.** Cui J., Li F., Shi Z.L. Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. *Nat. Rev. Microbiol.* 2019;17:181–192. doi: 10.1038/s41579-018-0118-9. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 176.** Woo P.C., Lau S.K., Chu C.M., Chan K.H., Tsoi H.W., Huang Y., Wong B.H., Poon R.W., Cai J.J., Luk W.K., et al. Characterization and complete genome sequence of a novel coronavirus, coronavirus HKU1, from patients with pneumonia. *J. Virol.* 2005;79:884–895. doi: 10.1128/JVI.79.2.884-895.2005. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 177.** Lau S.K., Woo P.C., Yip C.C., Tse H., Tsoi H.W., Cheng V.C., Lee P., Tang B.S., Cheung C.H., Lee R.A., et al. Coronavirus HKU1 and other coronavirus infections in Hong Kong. *J. Clin. Microbiol.* 2006;44:2063–2071. doi: 10.1128/JCM.02614-05. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 178.** Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Prevalence of IgG antibody to SARS-associated coronavirus in animal traders—Guangdong Province, China, 2003. *MMWR. Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2003;52:986–987. [PubMed] [Google Scholar]
- 179.** Guan Y., Zheng B.J., He Y.Q., Liu X.L., Zhuang Z.X., Cheung C.L., Luo S.W., Li P.H., Zhang L.J., Guan Y.J., et al. Isolation and characterization of viruses related to the SARS coronavirus from animals in southern China. *Science.* 2003;302:276–278. doi: 10.1126/science.1087139. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 180.** Poon L.L., Chu D.K., Chan K.H., Wong O.K., Ellis T.M., Leung Y.H.C., Lau S.K., Woo P.C.Y., Suen K.Y., Yuen K.Y., et al. Identification of a novel

- coronavirus in bats. *J. Virol.* 2005;79:2001–2009. doi: 10.1128/JVI.79.4.2001-2009.2005. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 181.** Tu C., Crameri G., Kong X., Chen J., Sun Y., Yu M., Xiang H., Xia X., Liu S., Ren T., et al. Antibodies to SARS coronavirus in civets. *Emerg. Infect. Dis.* 2004;10:2244–2248. doi: 10.3201/eid1012.040520. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 182.** Lau S.K., Woo P.C., Li K.S., Huang Y., Tsoi H.W., Wong B.H., Wong S.S., Leung S.Y., Chan K.H., Yuen K.Y. Severe acute respiratory syndrome coronavirus-like virus in Chinese horseshoe bats. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2005;102:14040–14045. doi: 10.1073/pnas.0506735102. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 183.** Li W., Shi Z., Yu M., Ren W., Smith C., Epstein J.H., Wang H., Crameri G., Hu Z., Zhang H., et al. Bats are natural reservoirs of SARS-like coronaviruses. *Science.* 2005;310:676–679. doi: 10.1126/science.1118391. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 184.** Ge X.Y., Li J.L., Yang X.L., Chmura A.A., Zhu G., Epstein J.H., Mazet J.K., Hu B., Zhang W., Peng C., et al. Isolation and characterization of a bat SARS-like coronavirus that uses the ACE2 receptor. *Nature.* 2013;503:535–538. doi: 10.1038/nature12711. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 185.** van Boheemen S., de Graaf M., Lauber C., Bestebroer T.M., Raj V.S., Zaki A.M., Osterhaus A.D., Haagmans B.L., Gorbalenya A.E., Snijder E.J., et al. Genomic characterization of a newly discovered coronavirus associated with acute respiratory distress syndrome in humans. *MBio.* 2012;3:e00473-12. doi: 10.1128/mBio.00473-12. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 186.** Cotten M., Lam T.T., Watson S.J., Palser A.L., Petrova V., Grant P., Pybus O.G., Rambaut A., Guan Y., Pillay D., et al. Full-genome deep sequencing and phylogenetic analysis of novel human betacoronavirus. *Emerg. Infect. Dis.* 2013;19:736–742. doi: 10.3201/eid1905.130057. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 187.** Annan A., Baldwin H.J., Corman V.M., Klose S.M., Owusu M., Nkrumah E.E., Badu E.K., Anti P., Agbenyega O., Meyer B., et al. Human betacoronavirus 2c

- EMC/2012–related viruses in bats, Ghana and Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 2013;19:456–459. doi: 10.3201/eid1903.121503. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 188.** Lau S.K., Zhang L., Luk H.K., Xiong L., Peng X., Li K.S., He X., Zhao P.S.H., Fan R.Y., Wong A.C., et al. Receptor usage of a novel bat lineage C betacoronavirus reveals evolution of Middle East respiratory syndrome-related coronavirus spike proteins for human dipeptidyl peptidase 4 binding. *J. Infect. Dis.* 2018; 218:197–207. doi: 10.1093/infdis/jiy018. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 189.** Luo C.M., Wang N., Yang X.L., Liu H.Z., Zhang W., Li B., Hu B., Peng C., Geng Q.B., Zhu G.J., et al. Discovery of novel bat coronaviruses in South China that use the same receptor as Middle East respiratory syndrome coronavirus. *J. Virol.* 2018; 92:e00116-18. doi: 10.1128/JVI.00116-18. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 190.** Reusken C.B., Haagmans B.L., Müller M.A., Gutierrez C., Godeke G.J., Meyer B., Muth D., Raj V.S., Smits-De Vries L., Corman V.M., et al. Middle East respiratory syndrome coronavirus neutralising serum antibodies in dromedary camels: A comparative serological study. *Lancet Infect. Dis.* 2013;13:859–866. doi: 10.1016/S1473-3099(13)70164-6. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 191.** Chan J.F., Lau S.K., To K.K., Cheng V.C., Woo P.C., Yuen K.Y. Middle East respiratory syndrome coronavirus: Another zoonotic betacoronavirus causing SARS-like disease. *Clin. Microbiol. Rev.* 2015; 28:465–522. doi: 10.1128/CMR.00102-14. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 192.** Raj V.S., Farag E.A., Reusken C.B., Lamers M.M., Pas S.D., Voermans J., Smits S.L., Osterhaus A.D., Al-Mawlawi N., Al-Romaihi H.E., et al. Isolation of MERS coronavirus from a dromedary camel, Qatar, 2014. *Emerg. Infect. Dis.* 2014; 20:1339–1342. doi: 10.3201/eid2008.140663. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 193.** Adney D.R., Letko M., Ragan I.K., Scott D., van Doremalen N., Bowen R.A., Munster V.J. Bactrian camels shed large quantities of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) after experimental infection. *Emerg.*

- Microbes Infect. 2019; 8:717–723. doi: 10.1080/22221751.2019.1618687. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 194.** Samara E.M., Abdoun K.A. Concerns about misinterpretation of recent scientific data implicating dromedary camels in epidemiology of Middle East respiratory syndrome (MERS) MBio. 2014; 5:e01430-14. doi: 10.1128/mBio.01430-14. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 195.** Hilgenfeld R., Peiris M. From SARS to MERS: 10 years of research on highly pathogenic human coronaviruses. Antivir. Res. 2013; 100:286–295. doi: 10.1016/j.antiviral.2013.08.015. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 196.** Gao H., Yao H., Yang S., Li L. From SARS to MERS: Evidence and speculation. Front. Med. 2016; 10:377–382. doi: 10.1007/s11684-016-0466-7. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 197.** Coleman C.M., Frieman M.B. Emergence of the Middle East respiratory syndrome coronavirus. PLoS Pathog. 2013; 9:e1003595. doi: 10.1371/journal.ppat.1003595. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 198.** Zhou P., Yang X.L., Wang X.G., Hu B., Zhang L., Zhang W., Si H.R., Zhu Y., Li B., Huang C.L., et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature. 2020;579: 270–273. doi: 10.1038/s41586-020-2012-7. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 199.** Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., Xu J., Gu X., et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. Lancet. 2020;395: 497–506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 200.** Islam M.S., Sobur M.A., Akter M., Nazir K.N.H., Toniolo A., Rahman M.T. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic, lessons to be learned! J. Adv. Vet. Anim. Res. 2020;7:260–280. doi: 10.5455/javar.2020.g418. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 201.** Hossain M.G., Akter S., Saha S. SARS-CoV-2 host diversity: An update of natural infections and experimental evidences. J. Microbiol. Immunol. Infect. 2020 doi: 10.1016/j.jmii.2020.06.006. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- 202.** Maudlin I., Eisler M.C., Welburn S.C. Neglected and endemic zoonoses. *Philos. Trans. R. SocLond. B. Biol. Sci.* 2009; 364:2777–2787. doi: 10.1098/rstb.2009.0067. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 203.** World Health Organization. ICONZ—Integrated Control of Neglected Zoonotic Diseases & United Kingdom. Dept for International Development Research in Use. The Control of Neglected Zoonotic Diseases: Community Based Interventions for NZDs Prevention and Control: Report of the Third Conference Organized with ICONZ, DFID-RiU, SOS, EU, TDR and FAO with the Participation of ILRI and OIE: 23–24 November 2010. World Health Organization; WHO Headquarters; Geneva, Switzerland: 2011. [Google Scholar]
- 204.** World Health Organization World Health Assembly Adopts Resolution on Neglected Tropical Diseases. [(accessed on 18 July 2020)]; Available online: https://www.who.int/neglected_diseases/WHA_66_seventh_day_resolution_adopted/en/
- 205.** Mrzljak A., Novak R., Pandak N., Tabain I., Franusic L., Barbic L., Bogdanic M., Savic V., Mikulic D., Pavicic-Saric J., et al. Emerging and neglected zoonoses in transplant population. *World J. Transplant.* 2020; 10:47–63. doi: 10.5500/wjt.v10.i3.47. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 206.** Elelu N., Aiyedun J.O., Mohammed I.G., Oludairo O.O., Odetokun I.A., Mohammed K.M., Bale J.O., Nuru S. Neglected zoonotic diseases in Nigeria: Role of the public health veterinarian. *Pan Afr. Med. J.* 2019; 32:36. doi: 10.11604/pamj.2019.32.36.15659. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 207.** World Health Organization Neglected Tropical Diseases. [(accessed on 18 July 2020)]; Available online: https://www.who.int/neglected_diseases/zoonoses/en/
- 208.** Meslin F.X. Impact of zoonoses on human health. *Vet. Ital.* 2006; 42:369–379. [PubMed] [Google Scholar]
- 209.** ARÁMBULO III P.V., Thakur A.S. Impact of zoonoses in tropical America. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1992; 653:6–18. doi: 10.1111/j.1749-6632.1992.tb19624.x. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- 210.** Cascio A., Bosilkovski M., Rodriguez-Morales A.J., Pappas G. The socio-ecology of zoonotic infections. *Clin. Microbiol. Infect.* 2011; 17:336–342. doi: 10.1111/j.1469-0691.2010.03451.x. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 211.** Bennett R., IJpelaar J. Updated estimates of the costs associated with thirty four endemic livestock diseases in Great Britain: A note. *J. Agric. Econ.* 2005;56:135–144. doi: 10.1111/j.1477-9552.2005.tb00126.x. [CrossRef] [Google Scholar]
- 212.** Martins S., Häsler B., Rushton J. Economic Aspects of Zoonoses: Impact of Zoonoses on the Food Industry. In: Sing A., editor. *Zoonoses—Infections Affecting Humans and Animals*. Springer; Dordrecht, The Netherlands: 2015. pp. 1107–1126. [Google Scholar]
- 213.** World Bank. *People, Pathogens and Our Planet: The Economics of One Health*. World Bank; Washington, DC, USA: 2012. [(accessed on 20 July 2020)]. Available online: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/06/16360943/peoplepathogens-planet-economics-one-health> [Google Scholar]
- 214.** MARSH Report *The Economic and Social Impact of Emerging Infectious Disease*. [(accessed on 24 August 2020)]; Available online: http://www.healthcare.philips.com/main/shared/assets/documents/bioshield/ecosocialimpactofemerginginfectiousdisease_111208.pdf
- 215.** Keusch G.T., Pappaioanou M., Gonzalez M.C., Scott K.A., Tsai P. Committee on Achieving Sustainable Global Capacity for Surveillance and Response to Emerging Diseases of Zoonotic Origin. The National Academies Press; Washington, DC, USA: 2009. National Research Council. *Sustaining Global Surveillance and response to emerging zoonotic diseases*. [Google Scholar]
- 216.** Rassy D., Smith R.D. The economic impact of H1N1 on Mexico’s tourist and pork sectors. *Health Econ.* 2013; 22:824–834. doi: 10.1002/hec.2862. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 217.** Wright C. A good example of successful crisis management: The avian influenza outbreak in Chile-What actually happened and what can be learned from their experience. *Poult. Int.* 2004; 43:34–39. [Google Scholar]
- 218.** Burroughs T., Knobler S., Lederberg J. The emergence of zoonotic diseases: Understanding the impact on animal and human health: Workshop summary. In: Burroughs T., Knobler S., Lederberg J., editors. *the Emergence of Zoonotic*

- Diseases: Understanding the Impact on Animal and Human Health: Workshop Summary. National Academy Press; Washington, DC, USA: 2002. [Google Scholar]
- 219.** Mitura V., Di Piétro L. Agriculture and Rural Working Paper Series Working Paper No. 69. Canada Statistics, Agricultural Division; Ottawa, ON, Canada: 2004. Canada's beef cattle sector and the impact of BSE on farm family income 2000–2003. [Google Scholar].
- 220.** Coffey B., Mintert J., Fox S., Schroeder T., Valentin L. Economic Impact of BSE on the US Beef Industry: Product Value Losses, Regulatory Costs and Consumer Reactions. Kansas State University; Kansas, MO, USA: 2005. [Google Scholar]
- 221.** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) The Monetary Impact of Zoonotic Diseases on Society, Evidence from Three Zoonoses in Kenya. [(accessed on 24 August 2020)]; Available online: <http://www.fao.org/3/i8968en/I8968EN.pdf>
- 222.** Samartino L.E. Brucellosis in Argentina. *Vet. Microbiol.* 2002; 90:71–80. doi: 10.1016/S0378-1135(02)00247-X. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 223.** Ajogi I. Settling the nomads in Wase and Wawa-Zange grazing reserves in the Sudan savannah zone of Nigeria IV: Strategies for the control of bovine brucellosis. *Niger. Vet. J.* 1998; 19:40–48. [Google Scholar]
- 224.** Ozili P.K., Arun T. Spillover of COVID-19: Impact on the Global Economy. Available at SSRN 3562570. [(accessed on 24 August 2020)]; 2020 doi: 10.2139/ssrn.3562570. Available online: [CrossRef]
- 225.** The World Bank The Global Economic Outlook during the COVID-19 Pandemic: A Changed World. [(accessed on 24 August 2020)]; Available online:
- 226.** <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2020/06/08/the-global-economic-outlook-during-the-covid-19-pandemic-a-changed-world>
- 227.** Bidaisee S., Macpherson C.N. Zoonoses and one health: A review of the literature. *J. Parasitol. Res.* 2014; 2014:874345. doi: 10.1155/2014/874345. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 228.** Al-Tayib O.A. An overview of the most significant zoonotic viral pathogens transmitted from animal to human in Saudi Arabia. *Pathogens.* 2019; 8:25. doi: 10.3390/pathogens8010025. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- 229.** Ng V., Sargeant J.M. A quantitative approach to the prioritization of zoonotic diseases in North America: A health professionals' perspective. *PLoS ONE*. 2013; 8:e72172. doi: 10.1371/journal.pone.0072172. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 230.** Aenishaenslin C., Hongoh V., Cissé H.D., Hoen A.G., Samoura K., Michel P., Waaub J.P., Bélanger D. Multi-criteria decision analysis as an innovative approach to managing zoonoses: Results from a study on Lyme disease in Canada. *BMC Public Health*. 2013; 13:897. doi: 10.1186/1471-2458-13-897. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 231.** Van der Giessen J.W.B., van De Giessen A.W., Braks M.A.H. *Emerging Zoonoses: Early Warning and Surveillance in the Netherlands*. RIVM; Utrecht, The Netherlands: 2010. [Google Scholar]
- 232.** Chomel B.B. Control and prevention of emerging parasitic zoonoses. *Int. J. Parasitol.* 2008; 38:1211–1217. doi: 10.1016/j.ijpara.2008.05.001. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 233.** Hassell J.M., Begon M., Ward M.J., Fèvre E.M. Urbanization and disease emergence: Dynamics at the wildlife–livestock–human interface. *Trends Ecol. Evol.* 2017; 32:55–67. doi: 10.1016/j.tree.2016.09.012. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 234.** Rahman M.T. Chikungunya virus infection in developing countries-What should we do? *J. Adv. Vet. Anim. Res.* 2017; 4: 125–131. doi: 10.5455/javar.2017.d211. [CrossRef] [Google Scholar]
- 235.** Murphy S.C., Negron M.E., Pieracci E.G., Deressa A., Bekele W., Regassa F., Wassie B.A., Afera B., Hajito K.W., Walelign E., et al. One Health collaborations for zoonotic disease control in Ethiopia. *Rev. Sci. Tech.* 2019; 38: 51–60. doi: 10.20506/rst.38.1.2940. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 236.** Pal M., Gebrezabiher W., Rahman M.T. The roles of veterinary, medical and environmental professionals to achieve One Health. *J. Adv. Vet. Anim. Res.* 2014;1:148–155. doi: 10.5455/javar.2014.a27. [CrossRef] [Google Scholar]
- 237.** Gibbs E.P.J. The evolution of One Health: A decade of progress and challenges for the future. *Vet. Rec.* 2014; 174:85–91. doi: 10.1136/vr.g143. [PubMed] [Cross Ref] [Google Scholar]

- 238.** Dahal R., Kahn L. Zoonotic diseases and one health approach. *Epidemiology*. 2014;10 doi: 10.4172/2161-1165.1000e115. [CrossRef] [Google Scholar]
- 239.** One Health One-Health Commission. [(accessed on 19 July 2020)]; Available online: <http://www.onehealthcommission.org/>
- 240.** Okello A.L., Gibbs E.P.J., Vandersmissen A., Welburn S.C. One Health and the neglected zoonoses: Turning rhetoric into reality. *Vet. Rec.* 2011; 169:281–285. doi: 10.1136/vr.d5378. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 241.** CDC-One health One Health Zoonotic Disease Prioritization (OHZDP) [(accessed on 19 July 2020)]; Available online: <https://www.cdc.gov/onehealth/what-we-do/zoonotic-disease-prioritization/index.html>
- 242.** Pulliam J.R., Epstein J.H., Dushoff J., Rahman S.A., Bunning M., Jamaluddin A.A., Hyatt A.D., Field H.E., Dobson A.P., Daszak P. Agricultural intensification, priming for persistence and the emergence of Nipah virus: A lethal bat-borne zoonosis. *J. R. Soc. Interface*. 2012;9:89–101. doi: 10.1098/rsif.2011.0223. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 243.** Cardiff R.D., Ward J.M., Barthold S.W. ‘One medicine—One pathology’: Are veterinary and human pathology prepared? *Lab. Invest.* 2008;88:18–26. doi: 10.1038/labinvest.3700695. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 244.** Pieracci E.G., Hall A.J., Gharpure R., Haile A., Walelign E., Deressa A., Bahiru G., Kibebbe M., Walke H., Belay E. Prioritizing zoonotic diseases in Ethiopia using a one health approach. *One Health*. 2016; 2:131–135. doi: 10.1016/j.onehlt.2016.09.001. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- 245.** *American Journal of Physical Anthropology*: The Official Publication of the American Association of *Physical Anthropologists*; 2006, 129(3), 362-
- 246.** (en) Lise Wilkinson, « *Brucellosis* », dans Kiple, Kenneth F. (ed.), *The Cambridge World History of Human Disease*, Cambridge University Press, 1993 (ISBN 9780521332866 et 9781139053518, [lire en ligne \[archive\]](#)), p. 625-628.
- 247.** Arthur C. Aufderheide, *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, 478 p. (ISBN 0-521-55203-6), p. 192-193

- 248.** Catherine Virlouvet (dir.), Nicolas Tran et Patrice Faure, *Rome, cité universelle : De César à Caracalla 70 av J.-C.-212 apr. J.-C.*, Paris, Éditions Belin, coll. « Mondes anciens », 2018, 880 p. (ISBN 978-2-7011-6496-0, présentation en ligne [archive]), chap. 9 (« Vivre dans l'empire des Césars »), p. 557.
- 249.** Benhabyles .N: La brucellose en Algérie : Situation Epidémiologique, R.E.M, Vol III, INSP, 1992.
- 250.** Benhabyles .N: Surveillance épidémiologique des maladies transmissibles, REM, Vol.VI, n°12, 1995.
- 251.** Benhabyles N., Benkirane A., Boudilmi A., Benchouk S. & Bouayoune H. (1992). – Epidémiologie de la brucellose humaine et animale au Maghreb. *In* Prevention of brucellosis in the Mediterranean countries. Proc. of the International Seminar. 28-30 août 1991, Valletta (P. Plommet, édit.). Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, 36-51.
- 252.** Benhabyles, N., (1992), "La brucellose : données fondamentales", R.E.M., vol III, N°2, INSP.
- 253.** Sfaksi, A., 1980"La brucellose ovine et caprine dans la wilaya de Constantine", mémoire de docteur vétérinaire, Constantine (1979-1980).
- 254.** Hamdi cherif.M, A.Ait Hamouda, A.Touabti, Sedjal.R, R.Kharchi, Zellagui.A, Kaouane.R, Laala.A, Lecheheb.A, Mahnane.A, Laouamri.S : La brucellose dans les Hauts plateaux Setifiens et les hauts steppes de M'sila, R.E.M, Vol X, n°2, 1999.
- 255.** Hamdi-Cherif, M., Ait-Hamouda, R., Touabti, A., Sedjal, R., Khalfi, A., Mechakra, S., "La brucellose dans la wilaya de Sétif années 1987-1989 données épidémiologique et stratégie", Séminaire sur les Brucelloses, Ghardaïa 14 et 15 novembre 1990
- 256.** Sergent E, Gillot V, Lemaire G. Études sur la fièvre méditerranéenne chez les chèvres algéroises en. Annales de l'Institut Pasteur In "Recherches expérimentales sur la pathologie algérienne (microbiologie-parasitologie), 1902-1909", (éd Sergent, E.). 1908; 235-265
- 257.** Benelmouffok A. [Survey of the present situation of bovine brucellosis in Algeria]. See comment in PubMed Commons below Arch Inst Pasteur Alger. 1970 ; 48: 207-209.

258. Benelmouffok A, Cherif A, Taril A. La brucellose bovine en Algérie : dépistage sérologique de 1969 à 1992 et analyse des résultats", Développement biologie Standard. 1992; 56: 699-709.
259. Cherif A, Benelmouffok A, Doudou A. [Consumption of goat cheese and human brucellosis in Ghardaïa (Algeria)]. See comment in PubMed Commons below Arch Inst Pasteur Alger. 1986 ; 55: 9-14.
260. Lounes N, Cherfa MA, Le Carrou G, Bouyoucef A, Jay M, Garin-Bastuji B, et al. Human Brucellosis in Maghreb: Existence of a Lineage Related to Socio-Historical Connections with Europe. 2014; 9.
261. Peng C, Li Y-J, Huang D-S, Guan P. Spatial-temporal distribution of human brucellosis in mainland China from 2004 to 2017 and an analysis of social and environmental factors. Environ Health Prevent Med. 2020; 25(1):1.
262. Buttigieg SC, Savic S, Cauchi D, Lautier E, Canali M, Aragrande M. Brucellosis control in Malta and Serbia: A one health evaluation. Front Vet Sci. 2018;5: 147- .
263. Jacques MORVAN. Epidémie de brucellose en Algérie Publié le 12 avr. 2021
264. Hull NC, et al. Comparisons of brucellosis between human and veterinary medicine Infect Ecol Epidemiol. 2018. 8:1
265. Corbel MJ, World Health Organization., Food and Agriculture Organization of the United Nations., et al. Brucellosis in humans and animals. Geneva: World Health Organization; 2006. [[Google Scholar](#)]
266. Kay GL, Sergeant MJ, Giuffra V, et al. Recovery of a medieval *Brucella melitensis* genome using shotgun metagenomics. MBio. 2014; 5(4):e01337–14. [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
267. Pérez-Sancho M, García-Seco T, Domínguez L, Álvarez J. Control of animal brucellosis, The most effective tool to prevent human brucellosis. In: Baddour MM, editor. Updates on brucellosis. 10. Rijeka, Croatia: Intech Open; 2015. p. 61222.
268. Lindahl JF, Vrentas CE, Deka RP, Hazarika RA, Rahman H, Bambal RG, et al. Brucellosis in India: results of a collaborative workshop to define One Health priorities. Trop Anim Health Prod. 2020;52(1):387-96.
269. Şahin M, Genç O, Ünver A, Otlu S. Investigation of bovine brucellosis in the Northeastern Turkey. Trop Anim Health Prod. 2008 ; 40(4) :281-6.

- 270.** Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (1986). – Comité mixte FAO/OMS d'experts de la brucellose. Sixième rapport. Série de Rapports techniques, n° 740.OMS, Genève, 145 pp.
- 271.** MARYAM Dadar, Youcef Shahali & Adrian M. Whatmore, 2019. Human brucellosis caused by raw dairy products: A review on the occurrence, major risk factors and prevention International Journal of Food Microbiology Volume 292, 2 March 2019, Pages 39-47
- 272.** Avdikou I, Maipa V, Alamanos Y. Epidemiology of human brucellosis in a defined area of Northwestern Greece. *Epidemiol Infect.* 2005; 133(5):905-10.
- 273.** Park MY, Lee CS, Choi YS, Park SJ, Lee JS, Lee HB. A sporadic outbreak of human brucellosis in Korea. *J Korean Med Sci.* 2005; 20(6):941–6.
- 274.** Mcdermott J, Grace D, Zinsstag J. Economics of brucellosis impact and control in low-income countries. *Rev Sci Tech.* 2013; 32(1):249–61.
- 275.** Sergent, E. & Bories., (1908), "Étude sur la fièvre méditerranéenne dans le village de Kléber (Oran) en 1907". *Annales de l'Institut Pasteur*, In "Recherches expérimentales sur la pathologie algérienne (microbiologie-parasitologie), 1902-1909", (éd Sergent, E.), pp.235-265.
- 276.** Lounes. N, Historique du dépistage et prophylaxie de la brucellose bovine en Algérie, Recueil des ateliers d'épidémiologie animale, dépistage des maladies contagieuses 8-9 Novembre 2009.
- 277.** Benelmouffok, A., (1970), "Aperçu sur la situation actuelle de la brucellose bovine en Algérie", *Arch. Inst. Pasteur. Algérie*, T 48, 207-209.
- 278.** Benelmouffok, A., (1978-1979), "La brucellose bovine en Algérie : Bilan du dépistage sérologique de 1969 à 1976", *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, T 53, 120-126.
- 279.** Benelmouffok, A., Cherif, A. & Taril, A., "La brucellose bovine en Algérie : dépistage sérologique de 1969 à 1982 et analyse des résultats", *Develop. biol. Standard.* Vol. 56, (S. Karger, Basel), (1984), 699-709.
- 280.** Luo J, Zeng Z, Song Y, He H. Brucellosis in Takins, China. *Emerg Infect Dis.* 2012 ; 18(9) :1527–9.

- 281.** Henri-Hubert MOLLARET, « BRUCELLOSE ou MÉLITOCOCCIE ou FIÈVRE DE MALTE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], URL : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/brucellose-melitococcie-fievre-de-malte>.
- 282.** Corbel M. Recent advances in brucellosis [editorial]. *J. Med. Microbiol.* 1997; 46: 101-103.
- 283.** Seleem MN, Boyle SM, Sriranganathan N. Brucellosis A re-emerging zoonosis. *Veterinary Microbiology.* 2010; 140: 392-398.
- 284.** Pappas G, Papadimitriou P, Akritidis N, Christou L, Tsianos EV (2006) The new global map of human brucellosis. *Lancet Infect Dis* 6:91–99. [View Article Google Scholar](#)
- 285.** LB Lopes, R Nicolino... - benthamopen.com, Brucellosis - Risk Factors and Prevalence: A Review *The Open Veterinary Science Journal*, **2010**, 4: 72-84.
- 286.** Boukary, A. R. ; Saegerman, C. ; Adehossi, E. ; Matthys, F. ; Vias, G. F. ; Yenikoye, A. ; Thys, E. La brucellose en Afrique subsaharienne *Annales de Médecine Vétérinaire* 2014 Vol.158 No.1 pp.39-56
- 287.** M. Plommet ; G.Renoux ; Philippon ; J.Gestin ; R.Fenster-Bank. Transmission congénitale de la brucellose bovine d'une génération à l'autre. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France Année 1971 124-1 pp. 53-59
- 288.** Skendros, P. and P. Boura (2013). "Immunity to brucellosis." *Rev Sci Tech* 32(1): 137-147.
- 289.** Schoenaers, F. (1976). "Eléments du diagnostic de la brucellose bovine." *Annales de Médecine Vétérinaire* 120: 5-8.
- 290.** Renoux, G. (1961). "Brucellose Caprine. I. – Bactériologie et Sérologie d'un Troupeau de Chèvres Observé pendant deux ans et demi." *Annales de Zootechnie, INRA/EDP Sciences* 10(4) : 233-277.
- 291.** E Zowghi, E, A Ebadi, A, Mohseni.B - Isolation of Brucella organisms from the milk of seronegative cows. *Revue scientifique et technique ...*, 1990 - europepmc.org. (International Office of Epizootics), 01 Dec 1990, 9(4):1175-1178 DOI: [10.20506/rst.9.4.525](https://doi.org/10.20506/rst.9.4.525) PMID: 2132709.
- 292.** Beatriz Arellano-Reynoso, Francisco Suárez-Güemes, Félix Mejía Estrada, Fernando Michel-Gómez Flores, Rigoberto Hernández-Castro, Rómulo Beltrán

- Acosta & Efrén Díaz-Aparicio . Isolation of a field strain of *Brucella abortus* from RB51-vaccinated- and brucellosis-seronegative bovine yearlings that calved normally. Tropical Animal Health and Production volume 45, pages 695–697 (2013)
- 293.** Working group on foodborne infections and intoxications. Report on zoonotic agents in Belgium trends and sources, trends and source 2010-2011. Disponible sur [http://www.afsca.be/publicationsthematiques/_documents/2012-12-06 ts 2010 2011 s.pdf](http://www.afsca.be/publicationsthematiques/_documents/2012-12-06_ts_2010_2011_s.pdf)
- 294.** Corbel M.J. Brucellosis in humans and animals. WHO/CDS/EPR/2006.7 disponible sur : <http://www.who.int/csr/resources/publications/Brucellosis.pdf>
- 295.** European Center for Disease Prevention and Control (ECDC) ; définitions de cas pour la déclaration des maladies transmissibles au réseau communautaire. Disponible sur : <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:262:0001:0057:FR:PDF>
- 296.** European Center for Disease Prevention and Control (ECDC). Brucellosis: Annual Epidemiological Report for 2015. Disponible sur : <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/brucellosis-annual-epidemiological-report-2015>.
- 297.** European Center for Disease Prevention and Control. Annual Epidemiological Report 2012. Reporting on 2010 surveillance data and 2011 epidemic intelligence data. Stockholm : ECDC ; 2013. Disponible sur : <http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/Annual-Epidemiological-Report-2012.pdf#page=73>.
- 298.** CHAKROUN M., BOUZOUAIA N. La brucellose : une zoonose toujours d'actualité. Rev Tun Infectiol, 2007, 1(2) : 1-10.
- 299.** MAILLES A., VAILLANT V. Étude sur les brucelloses humaines en France métropolitaine, 2002-2004. Institut de Veille Sanitaire, 2007
- 300.** Institut de Veille Sanitaire, site Internet consulté en février 2016. URL : <http://www.invs.sante.fr/>
- 301.** La Banque Mondiale, site Internet. URL : <http://donnees.banquemondiale.org> – Consulté en février 2016.

- 302.** HASANJANI ROUSHAN M.R., EBRAHIMPOUR S. Human brucellosis: An overview. *Caspian J Intern Med*, 2015, 6(1) : 46-47
- 303.** MAURIN M. Brucella. In : FRENEY J., RENAUD F., LECLERCQ R., RIEGEL P. Précis de Bactériologie Clinique. Éd. ESKA, Paris, 2007 : 1377-1385.
- 304.** MAURIN M., BRION J.-P. Brucellose. In : Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC), Maladies infectieuses. Éd. Elsevier Masson SAS, Paris, 2009, 8-038-A-10
- 305.** GODFROID J., KASBOHRER A. Brucellosis in the European Union and Norway at the turn of the twenty-first century. *Veterinary Microbiology*, 2002, 90 (1-4): 135-145.
- 306.** World Health Organization. Fact sheet N173. World Health Organization, Geneva, Switzerland 1997
- 307.** Corbel MJ Brucellosis: an overview. *Emerg Infect Dis*. 1997; 3: 213-221
- 308.** Joint FAO/WHO expert committee on brucellosis. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1986; 740: 1-132.
- 309.** Nedjma Lounes, Moulay-Ali Cherfa, Gilles Le Carrou, Abdellah Bouyoucef, Maryne Jay, Bruno Garin-Bastuji, Virginie Mick. Human Brucellosis in Maghreb: Existence of a Lineage Related to Socio-Historical Connections with Europe. Published: December 17, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115319>
- 310.** WHO; U.K. Department for International Development Animal Health Programme; Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Organisation for Animal Health. The control of neglected zoonotic diseases: A route to poverty alleviation. Report of a joint WHO/DFID-AHP meeting; September 20 and 21, 2005; WHO headquarters, Geneva, with the participation of FAO and OIE. Geneva: WHO; 2006. Available: http://www.who.int/zoonoses/Report_Sept06.pdf. Accessed 2014 May 13.
- 311.** D Nedjraoui Les ressources pastorales en Algérie. Doc FAO en ligne : www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.Htm
- 312.** Charef eddine MOUFFOK. Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi-aride de Setif. 2007

- 313.** RIAHI W. MANSOUR M-L. systèmes d'élevage Cartographie de l'évolution de l'activité laitière en zone semi-aride de Sétif 4 et 5 décembre 2024 27e édition Congrès international francophone - Centre des Congrès Paris La Villette
- 314.** **Malik MAKHLOUF, Etienne MONTAIGNE** *Impact de la nouvelle politique laitière Algérienne sur la viabilité des exploitations laitières New Medit*, vol 16, n.1, (March 2017), pp. 2-10
- 315.** Hacène YAKHLEF, F. GHOZLANE. B. ALI BENAMARA Diversité des pratiques d'élevage bovin à viande dans le massif du Dahra (Algérie) Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 2003, Vol. 23(2-4): 153-162
- 316.** **ADEM et FERRAH., 2002.** Les ressources fourragères en Algérie : Déficit structurelle et disparité régional. Analyse du bilan fourrager pour l'année 2001. (<http://www.gredaal-com/contact-formulaire.htm>).
- 317.** Feliachi et al. Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie, Octobre 2003
- 318.** Dean AS, Crump L, Greter H, et al. Global burden of human brucellosis: a systematic review of disease frequency. *PLoS Negl Trop Dis.* 2012;6(10):e1865. [[Crossref](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)].
- 319.** Ebright JR, Altantsetseg T, Oyungerel R. Emerging infectious diseases in Mongolia. *Emerg Infect Dis.* 2003;9(12):1509–1515. [[Crossref](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)].
- 320.** Zhang W-Y, Guo W-D, Sun S-H, et al. Human brucellosis, Inner Mongolia, China. *Emerg Infect Dis.* 2010;16 (12):2001–2003. [[Crossref](#)], [[Web of Science ®](#)], [[Google Scholar](#)].
- 321.** European Center for Disease Prevention and Control (ECDC) ; définitions de cas pour la déclaration des maladies transmissibles au réseau communautaire. Disponible sur : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:262:0001:0057:FR:PDF>.
- 322.** European Center for Disease Prevention and Control (ECDC). Brucellosis: Annual Epidemiological Report for 2015. Disponible sur : <https://ecdc.europa.eu/en/publications->

- data/brucellosis-annual-epidemiological-report-2015.
- 323.** Dr.Midireh.l : Brucella : Transmission, Symptômes, Diagnostic et Traitement, cours *microbiologie clinique*.
- 324.** Memish ZA, Balkhy HH (2004) Brucellosis and international travel. *J Travel Med* 11(1):49–55.
[View Article](#) [Google Scholar](#)
- 325.** Maurin M. La brucellose à l’aube du 21 ème siècle. *Méd Mal Infect* 2005 ; 35 : 6-16.
- 326.** Kaouther Guesmi, Sana Kalthoum, Bassem Bel haj Mohamed, Ilhem Ben Aicha, Haikel Hajlaoui, Kaouther Hrabech. BILAN DE LA BRUCELLOSE ANIMALE ET HUMAINE EN TUNISIE : 2005-2018. *Bulletin zoosanitaire N°20- Janvier 2020*.
- 327.** Tadégnon Brice Nawana, Hind Ezzine, Imad Cherkaoui, Zahra Dahbi, Abdelkrim Meziane Bellefquih, Ahmed Rguig, Fatima-Zahra Meski, Mohammed Youb. Brucellose à l’interface homme-animal-environnement au Maroc, 2002-2019 : analyse descriptive *PAMJ - One Health. 2021 ; 6:13. [doi: [10.11604/pamj-oh.2021.6.13.31685](https://doi.org/10.11604/pamj-oh.2021.6.13.31685)]*.
- 328.** Benhabyles. N, Boughoufala .A: Données zoonoses, INSP Alger, 1990-2018
- 329.** *Bulletins des vétérinaires. DSV, 1995-2017.*
- 330.** Benhabyles.N : Surveillance épidémiologique maladies transmissibles, REM, 2010, 2014, 2015 INSP Alger.
- 331.** Boughoufala .A: Surveillance épidémiologique des maladies transmissibles, INSP Alger, REM, 2017
- 332.** Matthieu Jouan. Prophylaxie de la brucellose humaine : vers une vaccination ciblée de la faune sauvage. Étude du cas des bouquetins du massif du Bargy. *Sciences pharmaceutiques.* 2016. [dumas-01331098](#).
- 333.** Lai et al. Changing Epidemiology of Human Brucellosis, China, 1955–2014 *Emerg Infect Dis* [v.23\(2\); 2017 Feb](#) doi: [10.3201/eid2302.151710](https://doi.org/10.3201/eid2302.151710)

- 334.** S.J. Cutler, A.M. Whatmore, N.J. Commander. Brucellosis – new aspects of an old disease *.Journal of Applied Microbiology*, Volume 98, Issue 6, 1 June 2005, Pages 1270–1281, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02622.x>
- 335.** J.-P. Lavigne a, b, *, A. Mailles c, A. Sotto a, Brucellose. Inserm, U1047, Centre national de référence des brucelloses, Université de Montpellier, 30908 Nîmes cedex 02, France- 03/04/17
- 336.** F Roth, J Zinsstag, D Orkhon..., Human health benefits from livestock vaccination for brucellosis: case study. ... - Bulletin of the World ..., 2003 - SciELO Public Health.
- 337.** BB Singh, NK Dhand, JPS Gil. Economic losses occurring due to brucellosis in Indian livestock populations. *Preventive Veterinary Medicine* Volume 119, Issues 3–4, 1 May 2015, Pages 211-
- 338.** Díaz Aparicio, E. (2013) Epidemiology of Brucellosis in Domestic Animals Caused by *Brucella melitensis*, *Brucella suis* and *Brucella abortus*. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 32, 53-60.
- 339.** Lapaque et al. *Brucella* lipopolysaccharide acts as a virulence factor. *Current Opinion in Microbiology* Volume 8, Issue 1, February 2005, Pages 60-66
- 340.** Galińska et Zagórski, Brucellosis in humans--etiology, diagnostics, clinical forms *Ann Agric Environ Med.*2013 ; 20(2):233-8.
- 341.** Whatmore et al. *Brucella papionis* sp. nov. isolated from baboons (*Papio* spp.) *Int J Syst Evol Microbiol.* 2014 Dec 1 ; 64(Pt 12): 4120–4128. doi: [10.1099/ijs.0.065482-0](https://doi.org/10.1099/ijs.0.065482-0)
- 342.** Scholz et al., *Brucella vulpis* sp. nov., isolated from mandibular lymph nodes of red foxes (*Vulpes vulpes*). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* volume 66 Issue 5 01 May 2016. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.000998>.
- 343.** Mizak et al. Brucellosis – a worldwide zoonosis. *Biological Threat Identification and Countermeasure Center MIHE, Pulawy.* • 2014.

- 344.** Megid, J., L. A. Mathias and C. A. Robles (2010). "Clinical Manifestations of Brucellosis in Domestic Animals and Humans." *The Open Veterinary Science Journal* 4: 119-126.
- 345.** J.Pizarro-Cerdá. Virulent *Brucella abortus* Prevents Lysosome Fusion and Is Distributed within Autophagosome-Like Compartments. 1 May 1998 : <https://doi.org/10.1128/iai.66.5.2387-2392.1998>.
- 346.** ML Boschirolì et al. Brucellosis: a worldwide zoonosis Volume 4, Issue 1, Current Opinion in Microbiology . 1 February 2001, Pages 58-64.
- 347.** Yang et al., 2013_[HTML] Progress in *Brucella* vaccine development . *Frontiers in Biology* volume 8, pages 60–77 (2013).
- 348.** E Barquero-Calvo, E Chaves-Olarte. *Brucella abortus* Uses a Stealthy Strategy to Avoid Activation of the Innate Immune System during the Onset of Infection DS Weiss... - PLoS one, 2007 - journals.plos.org □ July 18, 2007 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000631>.
- 349.** DJ Comerci, MJ Martínez-Lorenzo, R Sieira... Essential role of the VirB machinery in the maturation of the *Brucella abortus*-containing vacuole - Cellular ..., 2001 - Wiley Online 20 December 2001 <https://doi.org/10.1046/j.1462-5822.2001.00102.x>
- 350.** RM Delrue, M Martínez-Lorenzo, P Lestrade... - Identification of *Brucella* spp. genes involved in intracellular trafficking. Cellular ..., 12 January 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1462-5822.2001.00131.x>
- 351.** SP Salcedo, MI Marchesini, H Lelouard, E Fugier .*Brucella* Control of Dendritic Cell Maturation Is Dependent on the TIR-Containing Protein Btp1 - PLoS ..., 2008 - journals.plos.org
- 352.** T Starr, TW Ng, TD Wehrly, LA Knodler, J Celli - Traffic, 2008 -*Brucella* Intracellular Replication Requires Trafficking Through the Late Endosomal/Lysosomal Compartment. 05 February 2008 <https://doi.org/10.1111/j.1600-0854.2008.00718.x>
- 353.** J Celli, SP Salcedo, JP Gorvel - *Brucella* coopts the small GTPase Sar1 for intracellular replication Proceedings of the ..., 2005 - National Acad Sciences
- 354.** S Yoshida, C Sasakawa - Exploiting host microtubule dynamics: a new aspect of bacterial invasion Trends in microbiology, 2003 - Elsevier

355. GK Radhakrishnan et al. Brucella TIR domain-containing protein mimics properties of the Toll-like receptor adaptor protein TIRAP *Journal of Biological ...*, 2009 – ASBMB.
356. GK Radhakrishnan Modulation of microtubule dynamics by a TIR domain protein from the intracellular pathogen *Brucella melitensis*. *Biochemical Journal*, 2011 - portlandpress.com
357. AC Coelho, JG Díez, AM Coelho - Risk factors for *Brucella* spp. in domestic and wild animals. - *Updates on brucellosis*, 2015 - books.google.com
358. J Godfroid, S Al Dahouk, G Pappas, F Roth... - ... A “One Health” surveillance and control of brucellosis in developing countries: moving away from improvisation *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 2013 – Elsevier Volume 36, Issue 3, May 2013, Pages 241-248
359. AY Osman, FFJ Abdullah, AA Kadir, AA Saharee Immuno-pathophysiological responses of mouse model to experimental infection with *Brucella melitensis* and its lipopolysaccharides via intraperitoneal route - *Microbial pathogenesis*, 2016 – Elsevier.
360. P de **Figueiredo**, TA Ficht, A Rice-Ficht... - Pathogenesis and immunobiology of brucellosis: review of *Brucella*–Host Interactions. *The American journal of ...*, 2015 – Elsevier.
361. MP **Franco**, M Mulder, RH Gilman, HL Smits - Human brucellosis - *The Lancet infectious*, Volume 7, Issue 12, December 2007, Pages 775-786.
362. SD Perkins, SJ Smither, HS Atkins - Towards a *Brucella* vaccine for humans - *FEMS microbiology reviews*, 2010 - academic.oup.com
363. F J Sangari, J Agüero -Molecular basis of *Brucella* pathogenicity: an update *Microbiologia* 1996 Jun; 12(2):207-18.

364. S Christopher. Brucellosis: review on the recent trends in pathogenicity and laboratory diagnosis - Journal of laboratory physicians, 2010 - thieme-connect.
365. A Bingöl, N Yüçemen, O Meço- Medically treated intraspinal “Brucella” granuloma-Surgical neurology, 1999 - Elsevier.
366. XH Wang, H Jiang - Zhonghua liu Xing Bing xue za zhi= Zhonghua ..., Global prevalence of human brucellosis 2020 - europepmc. Org
367. P Lou, L Wang, X Zhang, J Xu, K Wang - Modelling seasonal brucellosis epidemics in bayingolin mongol autonomous prefecture of Xinjiang, China, 2010–2014 - BioMed research international, 2016 - hindawi.com
368. Instruction Ministérielle N° 7 du 02 Avril 2018 relative au renforcement du programme de prévention et de lutte contre la brucellose.
369. **ADEM et FERRAH., 2002.** Les ressources fourragères en Algérie : Déficit structurelle et disparité régional. Analyse du bilan fourrager pour l'année 2001. (<http://www.gredaal-com/contact-formulaire.htm>)
370. Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires de la Wilaya de Constantine- Annuaire statistique de la wilaya de Constantine- année 2020.
371. Décret exécutif N°22-250 de l'Aouel Dhou El Hidja 1443 correspondant à Juin 2022 fixant la liste des maladies transmissibles soumises à déclaration obligatoire.
372. La circulaire N° 1126/MS/DP/SDPG du 17 Novembre 1990 relative au système de surveillance des maladies transmissibles.
373. L'arrêté Ministériel N° 133 du 30 Décembre de l'année 2013 publié le 05 Mai 2014, modifiant et complétant la liste des MDO fixées par l'arrêté N° 179 du 17 Novembre 1990.
374. **Colledge, M., H. Maxwell, R. Parker & DJ Morse, 1996, Geographic information systems**
375. Mathieu KOEHL - SIG, une histoire de définitions...
376. Liang *et al.* The spatiotemporal distribution of human brucellosis in mainland China from 2007- 2016 *BMC Infectious Diseases* (2020) 20:249 <https://doi.org/10.1186/s12879-020-4946-7>
377. Scott LM, Janikas MV. Spatial statistics in ArcGIS// handbook of applied spatial analysis; 2010.

- 378.** Du PL, Wu KS, Fang JY, Zeng Y, Xu ZX, Tang WR, et al. Cervical Cancer Mortality Trends in China, 1991-2013, and Predictions for the Future. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2015;16(15):6391–6.
- 379.** Rao HX, Zhang X, Zhao L, Yu J, Ren W, Zhang XL, et al. Spatial transmission and meteorological determinants of tuberculosis incidence in Qinghai Province, China: a spatial clustering panel analysis. *Infect Dis Poverty.* 2016; 5(1):45.
- 380.** Fang JY, Dong HL, Wu KS, Du PL, Xu ZX. Characteristics and prediction of lung Cancer mortality in China from 1991 to 2013. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2015;16(14):5829–34.
- 381.** EPBH (Rychetnik L, Hawe P, Waters E, Barratt A, Frommer M. A glossary for evidence based public health. *JEpidemiol Community Health* 2004;58:538-45).

LISTE DES ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1

ANNEXE 2

ANNEXE 3

ANNEXE 4

ANNEXE 5

ANNEXE 6

ANNEXE 7

ENQUETE SUR LA BRUCELLOSE - QUESTIONNAIRE
APPLICATION DU SIG A LA SURVEILLANCE DE LA BRUCELLOSE
SEMEP CHU CONSTANTNE

Questionnaire n° Nom de l'enquêteur:

Date: ____/____/____

I. Identification de l'exploitation :

Wilaya : Daïra : Commune : Mechta :

Statut connu/ Inc Foyer : N / A Ring test/ sérologie(+) Date: ____/____/____

Propriétaire: Nom : Prénom : Age : Sexe :

Vétérinaire : Nom : Prénom : Adresse : Télé :

II. Caractéristiques de l'élevage :

1. Catégorie d'élevage		2. Mode d'élevage		3. Etat de santé des bovins		
Catégorie	Nbre	Mode d'élevage	Oui/Non	Etat de santé	Si, oui/Nbre	Date
Vache laitière		Intensif		Avortement		
Génisse		Semi-intensif		Mise bas		
Velle		Extensif		Décollement manuel du placentaire		
Male		Autres				
Total		Total		Total		

III. Mouvement d'animaux :-Introduction récente d'animaux : Oui Non -Si oui, origine :.....

Date:...../...../...../

- Sortie récente d'animaux : Oui Non -Si oui, destination :.....

Date:...../...../...../

Maladie similaire aux alentours : Oui Non Présence d'exploitations d'animaux sensibles à proximité : Oui Non

-Si oui, distance :.....

-Autres informations :

IV. Acheminement du lait et produits laitiers : Collecteur Voisin Parents Détaillant

Si oui identification des personnes :

V: Type d'intervention :

Surveillance Prise en charge Prévention

Autres :

VI. Date de déclaration (si sérologie +) : /...../...../...../

VII. Évolution du foyer (si sérologie +): Foyer persistant Foyer assaini

ANNEXE A

ENQUETE SUR LA BRUCELLOSE - QUESTIONNAIRE
APPLICATION DU SIG A LA SURVEILLANCE DE LA BRUCELLOSE

Questionnaire n° :

1. IDENTIFICATION

Commune :

Date:

Nom de l'enquêteur:

2. LOCALITE

Nom de la localité:

Autre appellation:

Code de la localité :

Nom du 1er niveau administratif:	Wilaya
Nom du 2 nd niveau administratif:	Commune
Nom du 3 ^e niveau administratif:	Zone
Nom du 4 ^e niveau administratif:	Mechta

3. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DE L'EXPLOITATION

Attention! Configurez le GPS pour lire les coordonnées en degrés décimaux (hddd.ddddd).

Latitude	Longitude
<input type="text"/>	<input type="text"/>
(+ ou - selon la position par rapport à l'Equateur)	(+ ou - selon la position par rapport au Méridien de Greenwich)

4. TYPE DE LOCALITE

- Commune
- Village administratif
- Hameau
- Campement

5. INFRASTRUCTURES SANITAIRES

Type d'infrastructure	Code	Coordonnées géo-referenciées
Hôpital		
Centre de santé		
Centre de santé rural		
Polyclinique		
Maternité		

6. POPULATION

Population officielle:

Population estimée:

Année du recensement :

Année de l'estimation:

Exploitation : Nbre de personnes < 15 ans Nbre Adultes Total :

7. Sujets exposés à risqué dans exploitation

Nom	Prénom	Age	Code (s) d'exposition	Dates d'exposition	Code(s) s/Citrique	Code prélèvement	Code laboratoire	Resultat

Fauj

Centre Hospitalo-universitaire de Constantine
Service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive

Fiche d'enquête (cas de brucellose)

Service déclarant:.....

Date de déclaration; ___/___/___

Date d'enquête: ___/___/___

Nom:.....Prénom:.....

Date de naissance: ___/___/___

Lieu de naissance:.....

Taille de la famille:.....

Personne vivant sous le même toit:.....

Poste de travail :.....

Nbr de personne , produit , manipule :.....

Habitudes alimentaires:

Consommation lait cru : Oui /___/ Non /___/

Transformation :

Petit lait, fromage, yaourt, autre Oui /___/ Non /___/

Consommation lait Bouilli: Oui /___/ Non /___/

Source d'approvisionnement en produit laitier :

Qualité et adresse complète du fournisseur :
.....

Maladie:.....

Symptômes de Début:

Fièvre /___/

Allergies /___/

Sueurs /___/

Autres /___/ précisez:.....

Examen clinique actuel :.....
.....
.....

ANNEXE 3

Examen de laboratoire

Date	Nature	Résultats

Traitement:

Nature du traitement:

Durée du:.....Au:.....

Evolution:

Amélioration

Etat stationnaire

Complication : précisez :.....

.....

Date de consultation /___/___/___/

Le médecin :.....

Signature

Centre Hospitalo-universitaire de Constantine
Service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive

Fiche de dépistage de la brucellose

Fiche N° : ___/___/___/ Nom de l'enquêteur Date d'enquête: ___/___/___/

Nom:.....Prénom:..... Age: ___/___/___/ Profession :.....
 Adresse : W :.....Daira :..... Commune :..... Mechta :.....

Personne vivant sous le même toit:

Nbre de personnes < 15 ans **Nbre Adultes** **Total :**

Mode d'exposition :

1- Habitudes alimentaires:

- Consommation lait cru : Oui /___/ Non /___/
- Transformation : Petit lait, fromage Oui /___/ Non /___/

2- Contact permanent:

- Vacher trayeur : Oui /___/ Non /___/ Entretien des locaux : Oui /___/ Non /___/
- Bergers : Oui /___/ Non /___/

3- Contact occasionnel :

- Mise bas : Oui /___/ Non /___/ Avortement : Oui /___/ Non /___/
- Décollement manuel du placenta : Oui /___/ Non /___/

- Source d'approvisionnement en produit laitier :

- Symptômes de Début:

- Fièvre /___/ Arthralgies /___/ Sueurs nocturnes /___/ Asthénie : /___/
- Multiples consultations /___/ précisez:.....

Laboratoire de Microbiologie Benbadis :

Examen N°/	Nom	Prénom	Age	Service	Signes Clinique	Test Rose Bengale ou Wright	Date du prélèvement	Résultat

Le Médecin traitant :

 Signature.

Date du résultat : /___/___/___/

L'opérateur :.....
 Signature.

Centre Hospitalo-universitaire de Constantine
Service d'Epidémiologie et de Médecine Préventive

Fiche d'enquête de la brucellose

Fiche N° : ___/___/___ Nom de l'enquêteur Date d'enquête:___/___/___

Nom:.....Prénom:..... Age: ___/___/___ Profession :.....

Adresse : W :..... Daïra :..... Commune :..... Mechta :.....

Propriétaire Ferme : Oui /___/ Non /___/

Date d'hospitalisation : ___/___/___ Diagnostic :.....

Personne vivant sous le même toit:

Nbre de personnes < 15 ans Nbre d'adultes Total :

▪ **Mode d'exposition :**

1. **Habitudes alimentaires:**

- Consommation lait cru : Oui /___/ Non /___/
- Transformation : Petit lait, fromage Oui /___/ Non /___/

2. **Contact permanent:**

- Vacher trayeur : Oui /___/ Non /___/ Entretien des locaux : Oui /___/ Non /___/
- Bergers : Oui /___/ Non /___/

3. **Contact occasionnel :**

- Mise bas : Oui /___/ Non /___/ Avortement : Oui /___/ Non /___/
- Décollement manuel du placenta : Oui /___/ Non /___/

○ Source d'approvisionnement en produit laitier : **Ferme** : Oui /___/ Non /___/ Si oui identification de la ferme (Adresse exacte) :

○ Si non lieu d'approvisionnement :.....

▪ **Symptômes:**

○ Fièvre /___/ Arthralgies /___/ Sueurs nocturnes /___/ Asthénie : /___/

Multiples consultations /___/ précisez:.....

● Test Rose Bengale ou Wright:

● Résultat :.....

.....

.....
Laboratoire de Microbiologie : Examen N°/

● Nom :Prénom :Age:.....

● Address :.....

● Test Rose Bengale ou Wright:.....

● Résultat :.....

.....

Le Médecin traitant :

.....

Signature.

Date du résultat : /___/___/___/

L'opérateur :.....

Signature.

GUIDE DE L'UTILISATION

Définitions :

- La population de l'exploitation : personnes vivant sous le même toit
- Personne à risque : toute personne ayant été exposé d'une façon permanente ou occasionnelle aux facteurs de risques du foyer infecté.

I. Mode de l'exposition /Code d'exposition

1. Habitudes alimentaires :

- 1.1. Consommation du lait cru,
- 1.2. Consommation du petit lait,
- 1.3. Consommation du fromage artisanal

2. Contact permanent :

- 2.1. Vacher trayeur
- 2.2. Entretien des locaux
- 2.3. Bergers
- 2.4. Vétérinaire

3. Contact occasionnel :ayant participé à :

- 3.1. La mise -bas
- 3.2. Avortement
- 3.3. Décollement manuel du placenta

II. Signes cliniques (dépistage actif):

1. Fièvre récente et/ou chronique (fébricule)
2. Sueurs nocturnes
3. Poly arthralgies
4. Asthénie
5. Multiples consultations

III. Code du prélèvement : correspond au numéro porté sur tubes du sang des sujets dépistés

IV. Code Laboratoire

CHU : Laboratoire de Microbiologie du CHU Constantine

LVRC : Laboratoire Régional vétérinaire de Constantine

V. Codes des informations relatives au foyer :

C. Exploitation à statut connu

IC. Exploitation à statut inconnu

N : nouveau foyer, A : Ancien foyer

R+ : Ring test +, S+ : Sérologie +

- Etat de santé des bovins:

M+ : Malade présentant des signes cliniques ou sous traitement

M - : Non malade

MT : Morts

VI. Type d'intervention prise et /ou préconisé dans le foyer:

Sv : Surveillance : Isolement/Mise sous surveillance

I + : Identification et /ou marquage (si sérologie +)

A+ : Abattage sanitaire

C+ : Contrôle 2 mois après

N+ : Nettoyage

D+ : Désinfection

V+ : Vaccination préconisée :.....



ArcGIS Pro

Une nouvelle génération des SIG

ArcGIS Pro, puissante application SIG bureautique, est un logiciel contenant de nombreuses fonctions développées grâce aux suggestions d'améliorations et contributions de la communauté des utilisateurs d'ArcGIS Pro. ArcGIS Pro prend en charge la visualisation des données, l'analyse avancée et la maintenance des données de référence en 2D, 3D et 4D. ArcGIS Pro permet le partage des données avec une suite de produits ArcGIS comme ArcGIS Online et ArcGIS Enterprise et offre aux utilisateurs la possibilité de travailler sur ces différentes plateformes grâce au SIG Web. Découvrez dès aujourd'hui toute la gamme d'outils et de fonctionnalités proposée par ArcGIS Pro.

Transformer les données en cartes et en informations exploitables

Combinez plusieurs sources de données pour créer des cartes aussi intelligentes qu'esthétiques. Utilisez des outils d'analyse scientifique sur des données 2D, 3D et 4D pour identifier des modèles, établir des prévisions et répondre à des questions. Partagez rapidement les projets et les informations au sein de votre organisation, en ligne et via des applications mobiles.



Exploration et visualisation

Imagerie

Gestion des données

Personnaliser et créer

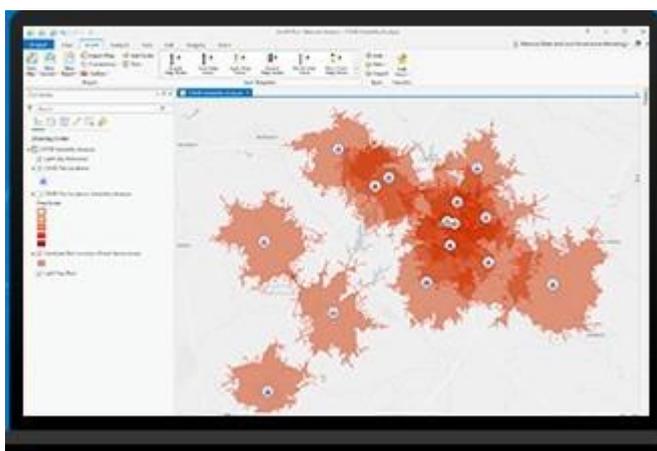


Cartographie et conception

Analyse et Data Science

Partager votre travail

Exploiter de nouvelles fonctionnalités



Exploration et visualisation

À l'aide de l'analyse exploratoire en 3D, examinez vos données en créant interactivement des graphiques et en mettant à jour les paramètres d'analyse à la volée. Les outils interactifs vous permettent de créer des objets d'analyse en cliquant sur la scène ou en utilisant des couches sources en entrée. Manipulez les paramètres d'analyse et recevez un retour visuel en temps réel.

Les fonctionnalités

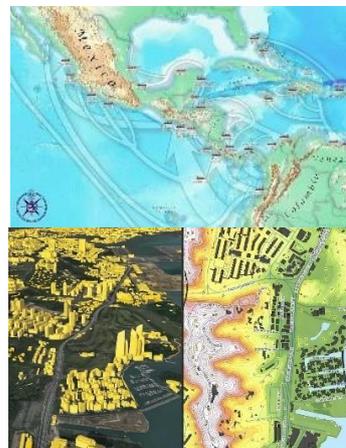
Cartographie et visualisation – Cartographie esthétique

:

Utilisez des outils de pointe, tels que le Smart Mapping, la symbologie multi-attributs, ou encore l'étiquetage et les annotations intelligentes, afin de créer les cartes les plus impressionnantes au monde.

– Carte 2D et 3D :

ArcGIS Pro inclut un processus basé sur des projets, qui vous permet de travailler avec plusieurs affichages et dispositions simultanément en 2D et en 3D.



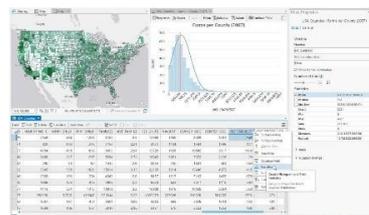
– Mises en page pour élaborer un récit

Créez plusieurs mises en page dans vos projets grâce à des modèles spécifiques aux normes sectorielles, à des tailles personnalisées et à l'intégration de fonctions dynamiques telles que les diagrammes, tables et légendes



– Vues en temps réel avec tableaux :

Créez des cartes dynamiques, des diagrammes et des tables et utilisez-les dans des tableaux de bord puissants et informatifs



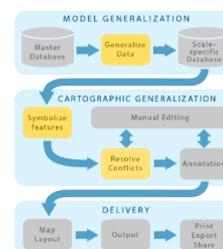
– Publication de cartes (Sur ArcGIS Online/ArcGIS Enterprise) :

ArcGIS Pro inclut des assistants et des outils de validation pour partager vos cartes en vue de leur impression sous forme de cartes Web interactives ou dans un format optimisé pour les applications ArcGIS et personnalisées.



– Généralisation et résolution des conflits dans la cartographie d'impression, c'est un gain de temps et d'argent que de générer des produits à plusieurs échelles à partir d'une base de données qui a été compilée une seule fois et peut contenir et gérer toutes les mises à jour dans un endroit centralisé.

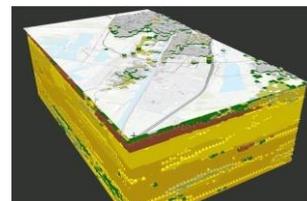
<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/cartography/generalizing-large-datasets-using-partitions.htm>



Analyse et Data Science

– Appréhender l'espace

En ajoutant vos données à une carte, vous leur procurez un contexte et révélez de nouvelles perspectives et connaissances.



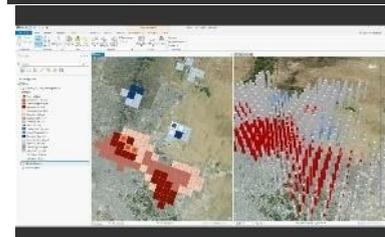
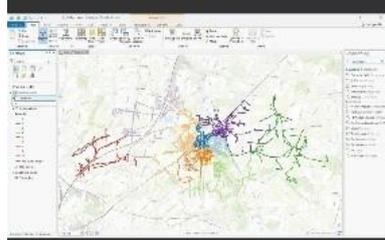
– Déterminer les relations spatiales :

Bien souvent, les problèmes soulevés nécessitent une compréhension des relations spatiales telles que la proximité, la coïncidence, l'intersection, la superposition, la visibilité et l'accessibilité.



– Trouver des lieux et des itinéraires :

Utilisez les services SIG pour sélectionner des sites en vous basant sur des données empiriques. Optimisez les itinéraires en intégrant vos propres données réseau personnalisées (trajets privés) et les limitations de poids, de braquage et de cargaison.



– Détecter des modèles :

Recherchez les points chauds et les points aberrants ou les agrégats naturels de données lorsque vous utilisez des données pour détecter, quantifier et analyser les changements au niveau des modèles au fil du temps.

– Réaliser des prévisions :

L'analyse spatiale vous donne les moyens d'appliquer de puissantes techniques de modélage afin d'effectuer des prévisions et d'appréhender plus efficacement le monde qui nous entou

Automatisation :

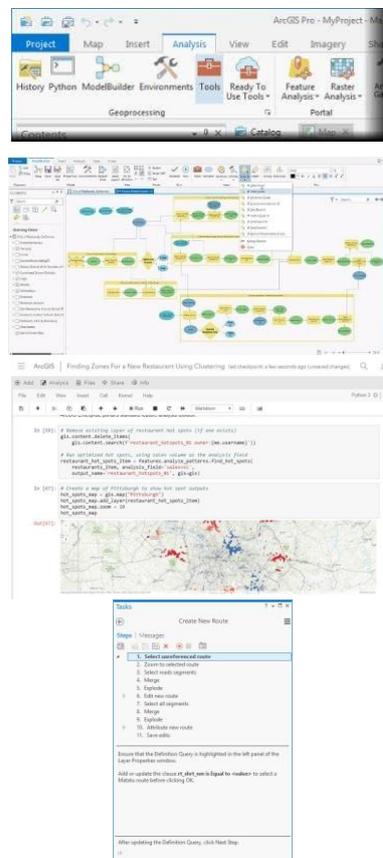
Améliorez l'efficacité et la précision de vos tâches, processus et analyses grâce aux outils d'automatisation.

– Géotraitement

Exploitez vos données grâce à des outils visant à analyser, modifier, transformer et gérer automatiquement vos données géospatiales.

– ModelBuilder

Combinez et automatisez vos processus de géotraitement grâce à cet outil WYSIWYG, qui inclut notamment des fonctionnalités de logique de branche.



– Python

ArcGIS Pro a été entièrement conçu de manière à prendre en charge Python pour le géotraitement. Gérez vos bibliothèques Python grâce à l'intégration de Conda. Intégrez des systèmes tiers tels que R pour l'analyse statistique.

– Tâches

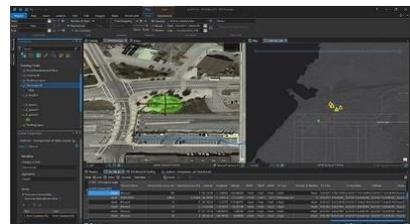
Concevez vos propres assistants et outils de formation intégrés incluant des tâches. Vous pourrez ainsi définir des étapes préconfigurées qui guideront les utilisateurs dans les processus de travail et les processus métier.

Modification et gestion des données :

Garantissez l'intégrité et la précision des données à l'aide d'un ensemble complet d'outils dédiés au stockage, à la modification, à l'évaluation et à la gestion de tous les types de données spatiales.

– Stocker des données

Stockez et accédez à vos données dans ArcGIS en utilisant des méthodes flexibles adaptées à vos processus. Utilisez le Cloud, des formats de fichiers courants ou la géodatabase, la méthode qu'emploie Esri pour stocker et gérer les données géospatiales.



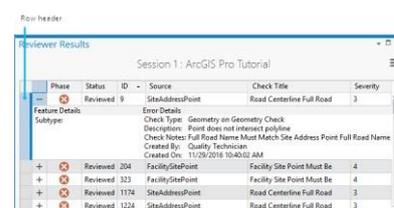
– Mettre à jour les données

ArcGIS Pro vous fournit tous les outils dont vous avez besoin pour gérer vos données géospatiales dans les environnements de mise à jour mono- et multi-utilisateur. Simplifiez la mise à jour et garantissez l'intégrité des données à l'aide d'outils de mise à jour, de modèles sectoriels, de domaines et de soustypes contextuels.



– Évaluation et validation des données

ArcGIS Pro fournit un ensemble complet d'outils pour vérifier et valider la précision des relations spatiales, de la connectivité et de l'attribution.



Imagerie

Qu'il s'agisse de données provenant de drones ou de satellites, de données aériennes, de vidéos, de contenus de radar optique (lidar), etc., ArcGIS Pro vous fournit de puissants outils de gestion et d'analyse d'images :

<https://doc.arcgis.com/en/imagery/workflows/gallery/>

– Traitement de l'imagerie

Le traitement instantané d'ArcGIS Pro prévient toute duplication des données et réduit le volume d'images à stocker. Utilisez le mosaïquage dynamique afin de mettre à jour et traiter de nouveaux contenus d'imagerie à l'aide notamment de fonctionnalités d'orthorectification, d'amélioration de la netteté panchromatique, de rendu, d'amélioration, de filtrage et d'algèbre spatial.



– Gestion de l'imagerie

Gérez les images issues d'un vaste éventail de sources dont les satellites, les avions, les drones, les systèmes aériens sans pilote, les vidéos au format FMV (Full Motion Video), les indicateurs d'altitude, les radars optiques (lidar), et plus encore.



– Analyse de l'imagerie

ArcGIS Pro vous procure les outils dont vous avez besoin pour identifier et appréhender les modèles dans des images issues de multiples sources. Procédez à l'extraction d'entités, à l'analyse scientifique et à l'analyse temporelle afin, entre autres, d'examiner les changements au fil du temps.



Intelligence artificielle (IA)

Associez les données IoT, l'intelligence géographique reposant sur le SIG, les algorithmes d'intelligence artificielle (IA) et les modèles de Deep Learning pour obtenir des informations et favoriser de meilleures prises de décisions

<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/spatial-analytics-data-science/capabilities/machine-learningai>

– Création de données d'apprentissage

Utilisez ArcGIS Pro pour créer des jeux de données d'apprentissage à partir de vos données géospatiales et les utiliser ensuite dans les modèles de Deep Learning. Par exemple, appuyez-vous sur l'imagerie aérienne afin de développer un modèle qui identifie les piscines mal



entretenues.

– Intégration aux structures d'IA et au matériel

Associez ArcGIS Pro, des modèles de réseau neuronal et le matériel le plus récent pour l'inférence du Deep Learning, avec notamment des processeurs d'ordinateur fixe et la technologie GPU de NVIDIA sur site ou sur le Cloud, avec Amazon ou Azure.



<https://www.esri.com/fr-fr/arcgis/products/arcgis-pro/features>

Comparaison des niveaux de licences : <https://www.esri.com/fr-fr/arcgis/products/arcgis-pro/levels>



GISMED spa.

Distributeur Intégrateur officiel et exclusif des Logiciels Esri en Algérie

Centre Commercial et d'Affaires AL QODS, Etage 7, Niveau 11 (CA-11-31) 16014 CHERAGA, ALGER Tél. **023 13 58 44 & 45** | Fax. **023 13 58 42** | email info@gismedalgerie.dz
www.gismedalgerie.dz/esridz | <https://www.esrifrance.fr> | <https://www.esri.com>



Arrêté interministériel du 26 Décembre 1995 fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose bovine

- Le ministre de l'Intérieur, des collectivités locales, de l'environnement et de la Réforme administrative

- Le ministre des finances,

- Le ministre de la Santé et de la Population et

- Le ministre de l'Agriculture,

- Vu la loi n°88-08 du 26 janvier 1988 relative à la médecine vétérinaire et à la protection de la santé animale

- Vu la loi n°90-08 du 07 avril 1990 relative à la commune ;

- Vu la loi n°90-09 du 07 avril 1990 relative à la wilaya ;

- Vu le décret présidentiel n°94-93 du 15 avril 1994, modifié et complété, portant nomination des membres du gouvernement ;

- Vu le décret exécutif n°88-252 du 31 décembre 1988, modifié et complété, fixant les conditions d'exercice à titre privé des activités de médecine vétérinaire et de chirurgie des animaux ;

- Vu le décret exécutif n°95-66 du 22 février 1995 fixant la liste des maladies animales à déclaration obligatoire et les mesures générales qui leur sont applicables ;

- Vu l'arrêté interministériel du 1^{er} septembre 1984 portant institution d'un comité national et de comités de wilaya de lutte contre les zoonoses ;

ARRETEMENT

Article 1^{er} . - En application des dispositions de l'article 3 du décret exécutif n°95-66 du 22 février 1995 susvisé, le présent décret a pour objet de fixer les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose bovine .

Art.2. - Tout animal de l'espèce bovine qui avorte ou présente des symptômes prémonitoires d'un avortement ou consécutifs à un avortement est considéré comme suspect de brucellose .

Est considéré comme avortement chez les femelles bovines .

- L'expulsion du foetus.

- L'expulsion du veau :

* soit mort né

* soit succombant dans les 48 h .

Art.3. - Toute personne ayant constaté un avortement ou les symptômes décrits à l'article 2 est tenue d'aviser immédiatement le vétérinaire de la circonscription concernée ou à défaut le Président de l'instance communale territorialement compétente, qui requiert le vétérinaire le plus proche.

Art. 4. - Le vétérinaire avisé doit se déplacer sur les lieux pour constater les faits . La femelle suspecte doit faire l'objet d'un isolement immédiat .

Une déclaration doit être faite au président de l'instance communale territorialement compétente

Art. 5. - Si, au cours de l'examen de la femelle suspecte, le vétérinaire constate un avortement ou

Retour au Sommaire

les traces d'un avortement éventuel, il est dans ce cas tenu :

- D'effectuer les prélèvements nécessaires au diagnostic.

On entend par prélèvements nécessaires :

* les fragments de placenta portant sur 2 ou 3 cotylédons lésés ou à défaut des sécrétions utérines ou l'avorton total ou son estomac ligaturé, ou sa rate ou son poulmon.

* le sang provenant de la femelle suspecte d'avortement.

- De rédiger un rapport sanitaire concernant la femelle avortée et l'exploitation.

- D'expédier les prélèvements dans les meilleurs délais accompagnés du rapport sanitaire et d'une fiche d'identification au Laboratoire de diagnostic, agréé par le ministère de l'agriculture.

Art. 6. - Le laboratoire de diagnostic doit procéder rapidement à l'analyse des prélèvements et communiquer les résultats au vétérinaire expéditeur et à l'inspecteur vétérinaire de wilaya.

Sont retenues comme épreuves de diagnostic :

- * L'épreuve à l'antigène tamponné,
- * La réaction de fixation du complément,
- * Le ring test ou test de l'anneau (lait)
- * Toute autre épreuve autorisée par le ministère de l'agriculture.

Art. 7. - Sont reconnus indemnes, les animaux présentant à l'épreuve de fixation du complément un titre inférieur à 20 UI, sensibilisatrices par millilitre et provenant d'un cheptel indemne.

Art. 8. - Un cheptel est reconnu indemne si aucune manifestation clinique de brucellose n'a été notée depuis douze (12) mois au moins avec deux épreuves sérologiques négatives à l'antigène tamponné et pratiquées à un intervalle de six (6) mois sur tous les animaux de l'espèce bovine âgés de plus de douze (12) mois ou ayant un titre inférieur à vingt (20) unités sensibilisatrices à la réaction de fixation du complément.

Art. 9. - Sont atteints de brucellose clinique :

* Les animaux ayant avortés avec une sérologie positive ou à partir desquels sont isolés les brucelles.

* Les animaux présentant une orchite avec examen sérologique positif.

Art. 10. - Sont atteints de brucellose latente, les animaux qui présentent à l'examen sérologique un titre supérieur ou égal à vingt (20) unités sensibilisatrices par millilitre à la réaction de fixation du complément. Retour au Sommaire

Art. 11. - Dès que le foyer de brucellose est confirmé, l'inspecteur vétérinaire de wilaya en informe la Direction chargée de la santé publique au niveau de la wilaya qui prend les mesures sanitaires nécessaires chez l'homme au niveau de la zone infectée.

Art. 12. - Le wali, sur proposition de l'inspecteur vétérinaire de wilaya, déclare l'infection de l'exploitation

Sont alors visées à l'égard des animaux de l'exploitation les mesures suivantes :

a) Visite et recensement des animaux d'espèces bovine, ovine et caprine et identification des bovins, ovins et caprins par le vétérinaire dûment mandaté par l'inspecteur vétérinaire de wilaya.

b) Chaque bovin de plus de douze (12) mois d'âge doit subir un examen clinique et un prélèvement de sang pour le contrôle sérologique.

c) Isolement :

- * des ou de la femelle avortée(s),
- * des bovins reconnus atteints de brucellose clinique ou latente,
- * des parturientes (dès les signes prémonitoires de la mise-bas et jusqu'à disparition de tout écoulement vulvaire).

d) Marquage obligatoire par le vétérinaire dûment mandaté :

* des ou de la femelle(s) avortée(s) dans les trois (3) jours qui suivent la communication du diagnostic par les services vétérinaires officiels, sur les lieux mêmes où l'infection a été constatée.

* des bovins reconnus atteints de brucellose clinique ou latente (à la diligence du propriétaire ou du détenteur des animaux) dans les quinze (15) jours qui suivent la notification officielle de la maladie.

Ce marquage sera obligatoirement une perforation en 00 (20 mm de diamètre) de l'oreille gauche à l'aide de la pince « emporte pièce » .

Art.13. - L'exploitation concernée par l'arrêté portant déclaration d'infection est soumise à séquestration . La sortie des bovins, ovins et caprins est interdite sauf pour abattage. Dans ce cas , les animaux doivent être préalablement marqués .

L'accès de ces animaux à un pâturage commun et l'abreuvement aux points d'eau publics, rivières ou mares sont interdits .

Art.14. - L'accès aux locaux d'isolement est interdit à toute personne autre que le propriétaire, les employés chargés des soins aux animaux, et les agents des services vétérinaires dûment mandatés .

Art.15. - L'ordre d'abattage des animaux atteints de brucellose peut être donné par le ministre chargé de l'agriculture ou par le wali territorialement compétent dans le cadre d'un programme officiel et sur proposition de l'autorité vétérinaire nationale.

Il indique en outre, les conditions d'abattage des animaux dont les modalités sont décrites à l'article 16 ci-dessous .

Art.16. - Les animaux de l'exploitation infectée destinés à l'abattage sont obligatoirement accompagnés d'un certificat d'abattage individuel délivré par le vétérinaire dûment mandaté .

Ils seront transportés directement vers un abattoir agréé ou clos d'équarissage et ne doivent pas entrer en contact avec des animaux destinés à l'élevage .

Les personnes chargés de la saignée et de la préparation des viandes des animaux provenant de l'exploitation infectée, doivent porter pendant toute la durée des opérations d'abattage un bonnet, une blouse, un tablier et des gants en matière imperméable et lavable .

Art.17. - Une désinfection terminale de l'exploitation, après élimination des animaux marqués, et celles des véhicules servant au transport des animaux de l'exploitation est obligatoire et est à la charge du propriétaire .

Des certificats de désinfection sont, dans ce cas, délivrés par les services vétérinaires officiels.

Art.18. - Sur proposition de l'inspecteur vétérinaire de la wilaya, le wali lève la déclaration d'infection et ce, six (6) semaines au moins après la constatation du dernier cas de brucellose sous réserve que :

- tous les bovins marqués aient été éliminés,

- une désinfection terminale ait été réalisée .

Art.19. - Les mesures applicables après la levée de la déclaration d'infection .

- contrôle sérologique des animaux concernés dans un délai de deux (2) mois après abattage du dernier animal marqué et désinfection terminale .

[Retour au Sommaire](#)

- l'introduction de bovins dans le cheptel n'est possible qu'après un contrôle favorable des animaux concernés, et au minimum (douze) 12 mois après la levée de l'arrêté d'infection .

- l'isolement des parturientes est obligatoire pendant les douze (12) mois suivants la levée de l'arrêté d'infection

- le lait de vache ne peut être utilisé et vendu à l'état cru sauf à destination d'un atelier de pasteurisation ou après que l'exploitation soit reconnue indemne .

En cas d'usage sur place, il ne doit être utilisé qu'après ébullition .

Art.20. - Le présent arrêté sera publié au *Journal Officiel* de la République algérienne démocratique et populaire

Fait à Alger le 26 décembre 1995 .

Le ministre de l'Agriculture
Noureddine BAHBOUH

Le ministre de la santé et de la population

Yahia GUIDOUM

Le ministre de l'intérieur et des collectivités locales

Mostéfa BENMANSOUR

Le ministre de l'Economie
Le ministre Délégué au Trésor

Résumé

Résumé

Contexte : La brucellose est un problème de santé publique dans le monde et en Algérie, caractérisée par polymorphisme clinique compliquant sa détection et sa surveillance épidémiologique. Les dysfonctionnements du système de notification actuel aussi bien chez l'humain que chez l'animal, impose l'introduction de nouvelles approches de contrôle et d'alerte. L'objectif de ce travail est d'intégrer le système d'information géographique notamment l'ArcGis pour la surveillance épidémiologique des zoonoses, la brucellose dans la wilaya de Constantine en a été le cas.

Méthodes : Les données sur les cas de brucellose humaine et animale, diagnostiqués et dépistés, dans la wilaya de Constantine de 2010 à 2020 ont été recueillies de façon exhaustive via le système de surveillance épidémiologique (actif, passif et semi actif). Un système d'information géographique ArcGis (10.4.1 puis 10.8 et Arc Gis Pro) a été utilisé pour identifier les changements potentiels dans la distribution spatiale et temporelle de cette zoonose. Des méthodes d'analyse d'autocorrélation spatiale et d'analyse de tendance tridimensionnelle ont été appliquées pour évaluer la tendance temporelle, spatiale et spatio- temporelle des cas. Un centre de gravité a été calculé par année pour analyser la trajectoire de migration de la brucellose aussi bien humaine qu'animale.

Résultats : 400 cas de brucellose humaine ont été recensés (dépistés et / ou diagnostiqués) dans notre wilaya pendant la période de l'étude. Le taux d'incidence moyen était de 0.32 cas pour 100.000 habitants chez les humains et de 8.07 % chez l'animal. 3588 points dont 2992 fermes ont été géo localisés et un total de 143403 bovins ont été concernés par l'étude. Deux grands foyers de brucellose humaine ont été enregistrés entre 2010 et 2020 au Sud et Nord Est de la wilaya avec une densité de 1.6 et 1.4 (cas/km²) respectivement. L'effet de la saisonnalité a été démontré avec un pic entre le mois de Mai et octobre. L'analyse tridimensionnelle des tendances révèle un changement de la tendance dans la direction Nord-Sud et les incidences de la brucellose humaine et animale dans le Sud sont relativement élevées par rapport aux autres sous régions du Nord. L'analyse d'autocorrélation globale démontre une distribution aléatoire de la brucellose humaine contrairement à la distribution animale qui est non aléatoire avec une autocorrélation spatiale ($Z > 1.96$, $P < 0.01$) et une tendance au regroupement (cluster). Un Phénomène de cluster HIGH–HIGH a été retrouvé à El Khroub et LOW –HIGH à Ain Smara.

Conclusion : La brucellose reste une menace majeure pour la santé humaine et animale nécessitant de mettre en place des moyens d'alerte précoces pour prendre les mesures de contrôle adéquat. Par ce travail nous nous intégrons dans l'approche One Health recommandée par l'OMS.

Mots clés : Brucellose humaine, brucellose animale, surveillance épidémiologique, système d'information géographique ArcGis , Constantine, Algérie.

Résumé

Introduction/background:

Brucellosis is a major public health problem worldwide and in Algeria. It is characterized by clinical polymorphism, a source of diagnostic difficulties, and by a deficient surveillance system requiring the application of new control and warning approaches. The aim of this thesis is to integrate geographic information systems, in particular ArcGIS, for the epidemiological surveillance of zoonosis - the case of brucellosis in the province of Constantine.

Method:

Data on human and animal brucellosis in the province of Constantine during the period 2010-2020 were collected exhaustively via the epidemiological surveillance system. Data were collected through active, passive and semi-active surveillance of cases detected by diagnostic or screening tests of brucellosis. An ArcGIS geographic information system (10.4.1 then 10.8 and ArcGis Pro) was used to identify potential changes in the spatial and temporal distribution of human and animal brucellosis in Constantine during the study period. Spatial autocorrelation analysis (global and local) and three-dimensional trend analysis methods were applied to assess the temporal, spatial and spatio-temporal trend of cases. A center of gravity (median center) was calculated for each year to analyze the migratory trajectory of brucellosis in humans and animals.

Results:

400 cases of human brucellosis were detected during the study period. The average incidence rate was 0.32 cases per 100,000 inhabitants in humans and 8.07% in animals. 3588 points including 2992 farms were geo-located and 143403 cattle were involved in the study.

Two major outbreaks of human brucellosis were recorded between 2010 and 2020 in the south and northeast of the city, with a density of 1.6 cases/km² and 1.4 cases/km² respectively. The effect of seasonality was demonstrated, with a peak between the months of May and October. By superimposing the layers between animal and human brucellosis, we were able to identify the zones and corridors where the pathology intersects in animals and humans. We were also able to identify at-risk breeding basins and classify them according to certain parameters (surface area, number of farms). Three-dimensional trend analysis revealed a change in trend in a North-South direction, with the incidence of human and animal brucellosis in the South relatively high compared with other sub-regions in the North.

In order to evaluate the weight of the pathology, a median migratory center was calculated. The overall autocorrelation analysis shows a random distribution of human brucellosis, in contrast to animal distribution ($Z > 1.96$, $P < 0.01$) and a tendency to cluster. A HIGH-HIGH cluster phenomenon was found in El Khroub and LOW-HIGH in Ain Smara.

Conclusion: Brucellosis is a major threat to human and animal health, requiring the implementation of early warning systems in order to take appropriate control measures. We propose the application of the One Health approach recommended by the WHO.

Key words: Human brucellosis, animal brucellosis, epidemiological surveillance, geographic information system, ArcGis, Constantine, Algeria.

ملخص

مقدمة: يمثل مرض الحمى المالطية مشكلة صحية عامة كبرى في العالم وفي الجزائر. يتميز بتعدد مظاهر المرض، مصدر لصعوبات التشخيص، وبنظام مراقبة مقصر و هذا يتطلب تطبيق أساليب جديدة للتحكم والانداز. الهدف من هذه الدراسة هو دمج نظام المعلومات الجغرافية ، ولا سيما ArcGis ، من أجل المراقبة الوبائية للأمراض المتنقلة عن طريق الحيوان ، حالة مرض الحمى المالطية في ولاية قسنطينة.

الطريقة: تم جمع بيانات عن داء الحمى المالطية البشرية والحيوانية في ولاية قسنطينة خلال الفترة 2010-2020 بشكل شامل عن طريق نظام المراقبة الوبائية. تم جمع البيانات عن طريق المراقبة النشطة و غير النشطة وشبه النشطة لحالات الحمى المالطية التي تم تشخيصها وفحصها. تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية (ArcGis 10.4.1 ثم 10.8 و Arc Gis Pro) لتحديد التغيرات المحتملة في التوزيع المكاني والزمني لمرض الحمى المالطية البشرية والحيوانية في قسنطينة خلال فترة الدراسة. تم تطبيق تحليل الارتباط الذاتي المكاني (الكلي والمحلي) وطرق تحليل النمط ثلاثي الأبعاد لتقييم الاتجاه الزمني والمكاني للحالات. تم حساب مركز الثقل (المركز المتوسط) سنويًا لتحليل مسار الهجرة لداء الحمى المالطية البشري والحيواني.

النتائج: تم الكشف عن 400 حالة إصابة بداء الحمى المالطية البشرية (تم فحصها و / أو تشخيصها) في ولاية قسنطينة خلال فترة الدراسة. كان متوسط نسبة الإصابة 0.32 حالة لكل 100.000 نسمة عند البشر و 9,30% عند الحيوانات. تم تحديد الموقع الجغرافي لـ 3588 نقطة بما في ذلك 2992 مزرعة وتم إشراك ما مجموعه 143403 من الماشية في الدراسة. تم تسجيل بورتين رئيسيتين من مرض البروسيليا البشري بين عامي 2010 و 2020 في جنوب وشمال شرق الولاية بكثافة 1.6 حالة / كم² و 1.4 حالة / كم² على التوالي. تم إثبات تأثير الموسمية مع بلوغ الذروة بين مايو وأكتوبر. كان تراكب الطبقات بين داء البروسيليا الحيواني والبشري قادرًا على تحديد مناطق وممرات تقاطع علم الأمراض في الحيوانات والبشر ، وبالتالي يمكن تحديد أحواض التكاثر المعرضة للخطر وتصنيفها وفقًا لمعايير معينة (المنطقة ، عدد المزارع ، الإجمالي). الماشية). يكشف تحليل النمط ثلاثي الأبعاد عن تغيير في الاتجاه في اتجاه الشمال والجنوب ، كما أن حالات الإصابة بداء الحمى المالطية البشرية والحيوانية في الجنوب مرتفعة نسبيًا مقارنة بالمناطق الفرعية الشمالية الأخرى. وبهدف تقييم حمل المرض ، تم حساب متوسط مركز الهجرة. يوضح تحليل الارتباط الذاتي الكلي توزيعًا عشوائيًا لمرض البروسيليا البشري على عكس التوزيع الحيواني غير العشوائي مع الارتباط الذاتي المكاني ($Z > 1.96, P < 0.01$) والميل إلى التجمع (الكتلة). تم العثور على ظاهرة العنقودية المرتفعة - المرتفعة في الخروب والمنخفضة - المرتفعة في عين السمارة.

الخلاصة: داء الحمى المالطية هو تهديد كبير لصحة الإنسان والحيوان يتطلب وضع وسائل إنذار مبكر لاتخاذ تدابير مناسبة للمكافحة ضد المرض. نقترح تطبيق نهج One Health الذي أوصت به منظمة الصحة العالمية.

الكلمات المفتاحية: داء الحمى المالطية البشري ، داء الحمى المالطية الحيواني ، مرض البروسيليا ، الترصد الوبائي ، نظام المعلومات الجغرافية ، قسنطينة ، الجزائر.