



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE



ET POPULAIRE

MINISTER DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-ECOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité :production et nutrition animal

Etat des lieux des mammites chez les vaches laitières en Algerie

Présente par

Meziane Faiza

Yagoub Asma

Devant le jury

| | | | |
|----------------|-----|-------|------------|
| BENCHERCHALI M | MCA | USDB1 | President |
| AKKOU M | MCA | USDB1 | Examinteur |
| BESBACI M | MCA | USDB1 | Promoteur |

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné le courage, la santé la volonté, la patience, et les moyens pour suivre mon étude et pour réalisation de ce travail

Nous remercions notre promoteur : Mr BESBACI M pour ces précieux conseils et ses encouragements

Nous tenons à remercier aussi les membres du jury :

Mr BENCHERCHALI M d'avoir accepté de présider ce jury

Comme je tiens à remercier Mr AKKOU M d'avoir accepté d'examiner ce travail

En fin nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail

Toutes les personnes qui m'ont aidé ou qui m'a donné des informations pour la réussite de mon travail

MERCIE

Dédicaces Asma

J'ai le plaisir et l'honneur de dédier ce modeste travail

Mes chers parents

Merci pour tous les sacrifices les tolérances et les encouragements, je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours

A tous les membres de la famille YAGOUB

Mon frère et mes chères sœurs

Mes chers et mes proches amis

Ma cher binôme faiza

A mes amis et collègues de spécialité production et nutrition animal master 2

A toutes les personnes qui m'ont soutenu tout au long de mes études

Dédicaces Faiza

Merci **Allah** de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma chère mère.

A mon cher papa

Mes frères Oussama, Ahmed, Youcef, Zakaria et A toute ma grande famille

Mes proches amies : Asma, Maroua, Rania et tous mes amis sans exception.

Ma cher binôme Asma

A tous la promotion master 2 production et nutrition animale 2021-2022

Table des matières

| | |
|---|----|
| LISTES DES FIGURES | 7 |
| LISTES DES TABLEAUX | 8 |
| Liste des abréviations | 9 |
| Résumé | 10 |
| Abstract | 11 |
| ملخص | 12 |
| Introduction | 13 |
| Introduction | 14 |
| Chapitre 1 : Facteurs de risques des MSC | 16 |
| A_ Définition des mammites | 17 |
| A_1_ mammite clinique | 17 |
| A_2_ mammite subclinique | 18 |
| B_ Facteurs de risque : | 19 |
| B_1_ transmission des germes | 19 |
| B_2_ Facteur pathogène : | 20 |
| B_2_1_ La mammite contagieuse : | 20 |
| B_2_2_ les mammites environnementaux: | 20 |
| B_3_ Facteurs liés à l'animal : | 25 |
| B_4_ Facteurs environnementaux : | 27 |
| Chapitre 2 : Impact économique de MSC | 28 |
| A_ Impact économique des mammites : | 29 |
| A_1_ Prévalence : | 29 |
| A_2_ Impact pour le producteur : | 29 |
| A_3_ Impact pour le transformateur (industries fromagères) : | 29 |
| A_4_ Impact médicale : | 29 |
| A_5_ Impact hygiénique : | 30 |
| B_ Conséquences de la mammite : | 30 |
| B_1_ Un cadre économique : | 30 |
| C_ L'impact économique sur la production de lait : | 31 |
| C_1_ Pertes de production de lait : | 31 |
| C_2_ Lait jeté : | 33 |

| | |
|---|-----------|
| <i>C_3_La qualité des produits</i> : | 33 |
| <i>C_4_Services vétérinaires</i> : | 33 |
| <i>C_5_Travail</i> : | 33 |
| <i>C_6_Impact médicale et sanitaire</i> : | 34 |
| <i>C_7_Matériaux et investissements</i> : | 34 |
| <i>C_8_Diagnostic</i> : | 34 |
| <i>C_9_Autres maladies</i> : | 34 |
| Chapitre 3 : Méta-analyse | 36 |
| A_Matériel et méthodes | 37 |
| <i>A_1_Recherche bibliographique</i> | 37 |
| <i>A_2_Analyse statistique</i> : | 37 |
| B_Résultats | 38 |
| <i>B_1_Résultat global</i> | 40 |
| C_Analyse de sous-pulpations (sous-groupe) | 43 |
| D_Analyse de la régression | 46 |
| Conclusion | 50 |

LISTES DES FIGURES

Figure 1: Une vache atteint une mammite clinique (Service Agroelvage) 17

Figure 2: Diagramme en entonnoir de la taille d'effet de proportion de MSC (affiché sur l'axe horizontal) pour l'ensemble des vaches malades. L'axe vertical montre l'erreur standard (ES) de chaque étude, avec des études plus importantes (qui ont une ES plus petit) tracées au-dessus de l'axe vertical ; et l'axe horizontal montrant les tailles d'effet observées (proportion ou estimation) de chaque étude. 40

Figure 3: Tracé radial de la taille effective de proportion de MSC pour l'ensemble des vaches malades. Le graphique montre les erreurs standards (ES) inverses sur l'axe horizontal par rapport aux tailles d'effet observées (proportion ou estimation) normalisées par leur ES correspondante sur l'axe vertical. Sur le côté droit du graphique, un arc est tracé correspondant aux tailles d'effet observées. Une ligne projetée de (0,0) à un point particulier du tracé sur cet arc indique la valeur de la taille d'effet observée pour ce point. 41

Figure 4: Parcelle forestière pour l'ensemble des vaches avec MSC. La proportion et IC à 95 % des études sur la prévalence des MSC en Algérie. 42

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1:Résultats des prévalences des MSC en Algérie selon les études, chaque ligne représente les résultats d'une étude.39

Tableau 2 : Statistiques descriptives et résultats de la méta-analyse sur la prévalence des MSC en Algérie selon les performances de la sous-population (sous-groupe). Chaque ligne représente une méta-analyse différente appliquée à la sous-population.43

Tableau 3 : Résultats de la méta-régression univariée sur la prévalence des MSC en Algérie selon les performances de la sous-population (sous-groupe). Chaque ligne représente une méta-régression différente appliquée à la sous-population.46

Liste des abréviations

CMI : concentration minimale inhibitrice

CMT : California mastitis cow

ER : effet àléatoires

ES : Erreur standard

I : l'hétérogénéité

IC : Intervalle de confiance

IMI : Infection bactérienne intra-mammaire

IPS : lipopolysaccharide

MSC : mammite subclinique

PR : Proportion

SNC : Staphylocoque à coagulase négative

Résumé

Dans le monde agricole, les pertes causées par manque de productivité sont beaucoup plus importantes que celles causées par les pathologies sévères. Pour l'élevage laitier, les mammites sont les principales responsables de ce manque de productivité.

Le but de l'étude était de fournir l'ensemble estimation de la prévalence de la mammite subclinique chez les vaches en Algérie et d'examiner la cohérence de ces estimations entre les études publiées. Nous avons procédé à une analyse sur la prévalence de la mammite subclinique dans les articles publiés entre 2008-2019. Une méta-analyse de 12 études a été réalisée sous un modèle à effets aléatoires utilisant le package Metafor dans R Logiciel. La recherche bibliographique a été réalisée sur Google Scholar et PubMed. Nous avons trouvé une prévalence de 37%, les vaches traitées manuellement ont présenté une prévalence de 7% (IC 0.14-0.42 ; pval <.0001) plus élevée que les vaches traitées mécaniquement, les vaches à production moyenne à élever présentent une prévalence de 3% (IC 0.11-0.24 ; pval <.0001) plus élevée que les vaches à production faible et les vaches taries systématiquement avaient une prévalence de 8% (IC 0.08-0.43 ; pval 0.0028) plus élevée que les vaches non taries.

La présente étude a rapporté qu'il existe une forte prévalence de mammite subclinique chez les vaches laitières en Algérie, qui pourrait être responsable de la faible productivité au fil des ans et doit être contrôlée en adoptant des mesures scientifiques, de gestion et thérapeutiques.

Mots clés : mammite subclinique, prévalence, méta-analyse, lait, vache

Abstract

In the agricultural world, the losses caused by lack of productivity are much greater than those caused by severe pathologies. For dairy farming, mastitis is the main cause of this lack of productivity.

The aim of the study was to provide the overall estimate of the prevalence of subclinical mastitis in cows in Algeria and to examine the consistency of these estimates between published studies. We performed an analysis on the prevalence of subclinical mastitis in articles published between 2008-2019. A meta-analysis of 12 studies was performed under a random-effects model using the Metafor package in R software. The literature search was performed on Google Scholar and PubMed. We found a prevalence of 37%, cows treated manually have a prevalence of 7% (CI 0.14-0.42; pval <.0001) higher than cows treated mechanically, cows with average production to breed have a prevalence of 3 % (CI 0.11-0.24; pval <.0001) higher than low producing cows and systematically dry cows had a prevalence 8% (CI 0.08-0.43; pval 0.0028) higher than non-dry cows.

The present study reported that there is a high prevalence of subclinical mastitis in dairy cows in Algeria, which could be responsible for the low productivity over the years and should be controlled by adopting scientific, management and therapeutic measures.

Keywords: subclinical mastitis, prevalence, meta-analysis, milk, cow

ملخص

في العالم الزراعي، الخسائر الناجمة عن نقص الإنتاجية أكبر بكثير من الخسائر الناجمة عن الأمراض الشديدة. بالنسبة لتربية الألبان، فإن التهاب الضرع هو السبب الرئيسي لنقص الإنتاجية

كان الهدف من الدراسة هو تقديم التقدير العام لانتشار التهاب الضرع تحت الإكلينيكي في الأبقار في الجزائر وفحص مدى اتساق هذه التقديرات بين الدراسات المنشورة. أجرينا تحليلاً لانتشار التهاب الضرع تحت الإكلينيكي في المقالات المنشورة في Metafor بين 2008-2019. تم إجراء تحليل تلوي لـ 12 دراسة باستخدام نموذج التأثيرات العشوائية باستخدام حزمة وجدنا نسبة انتشار 37٪، الأبقار المعالجة PubMed و Google Scholar تم إجراء البحث في الأدب على R. برنامج أعلى من الأبقار المعالجة ميكانيكياً، الأبقار ذات الإنتاج ($pval < 0.0001$ ؛ CI 0.14-0.42) يدويًا لها انتشار بنسبة 7٪ أعلى من الأبقار منخفضة الإنتاج والأبقار ($pval < 0.0001$ ؛ CI 0.11- 0.24) المتوسط للتكاثر لها انتشار بنسبة 3٪. أعلى من الأبقار غير الجافة ($pval 0.0028$ ؛ CI 0.08-0.43) الجافة بشكل منتظم كان انتشارها 8٪.

أفادت الدراسة الحالية أن هناك انتشارًا كبيرًا لالتهاب الضرع تحت الإكلينيكي في أبقار الألبان في الجزائر، والتي يمكن أن تكون مسؤولة عن انخفاض الإنتاجية على مر السنين ويجب السيطرة عليها من خلال اعتماد تدابير علمية وإدارية وعلاجية

Introduction

Introduction

Parmi les troubles enzootiques multifactoriels des bovins laitiers, les Mammites occupent le premier rang en termes d'impact socio-économique total (Kebbal et al., 2020). La mammité bovine est une réponse inflammatoire du tissu mammaire dans la glande mammaire causée par un traumatisme physique ou des infections par des micro-organismes. La mammité bovine peut être classée en 3 classes en fonction du degré d'inflammation, à savoir la mammité clinique, subclinique et chronique. Une mammité bovine clinique est évidente et facilement détectée par des anomalies visibles, comme un pis rouge et enflé et de la fièvre chez la vache laitière. Le lait de la vache apparaît aqueux avec présence de flocons et de caillots. La mammité clinique peut être subdivisée en suraigüe, aigüe et subaigüe selon le degré de l'inflammation. Les cas graves de mammité clinique peuvent également être mortels. Contrairement à la mammité clinique, la mammité subclinique ne montre aucune anomalie visible du pis ou du lait, mais la production de lait diminue avec une augmentation du nombre de cellules somatiques (SCC) (Cheng & Han, 2020). La perte causée par la mammité subclinique est très difficile à quantifier, mais les experts s'accordent à dire qu'elle représente plus de pertes financières dans le troupeau que les cas cliniques. Au contraire, la mammité chronique est un processus inflammatoire qui dure plusieurs mois, avec des poussées cliniques survenant à intervalles irréguliers. L'Impact socio-économique des mammites est dû à une réduction de la productivité, coûts de Traitements et réformes anticipées. La Complexité du problème de santé mammaire rend toute action curative difficile et coûteuse, d'où l'intérêt de prévenir la mammité. Pour cela, il faut constamment s'efforcer d'optimiser la nutrition, la résistance de l'hôte, les Conditions environnementales, l'équipement de Traite, la technique de traite et l'hygiène, l'établissement d'un plan prophylactique ajusté aux données épidémiologiques du terrain Algérien, est la solution de choix. Cependant, la Réussite de cette prophylaxie demeure tributaire d'une approche descriptive adaptée à la réalité du terrain (Kebbal et al., 2020).

En raison de l'importance des MSC et leur immense impact sur la santé et la production vaches laitières, recueillir des informations sur sa prévalence à travers l'Algérie pourrait être une ligne directrice pour la gestion stratégique, pour contrôler la maladie et sera utile pour réduire les pertes dans le secteur laitier. Dans la présente étude, nous avons entrepris une

méta-analyse pour obtenir l'estimation groupée de la prévalence de la MSC chez les vaches laitières en Algérie pour la période de 2008 à 2019.

Chapitre 1 : Facteurs de risques des MSC

A_ Définition des mammites

La mammite est une inflammation d'un ou plusieurs quartiers due à la présence et à la multiplication dans le parenchyme mammaire d'une (ou plusieurs) espèce bactérienne pathogène. Elle est suivie par une réaction inflammatoire à l'origine de lésions du tissu mammaire et une augmentation de la perméabilité entre le compartiment sanguin et le lait qui a pour conséquence des modifications physico-chimiques de la composition du lait et une augmentation du nombre de cellules(Bouaziz, 2021).

A_1_mammite clinique

Les mammites cliniques sont une inflammation très brutale de la mamelle, elles peuvent être aiguës ou subaiguës. La mamelle est alors extrêmement congestionnée, douloureuse, chaude et volumineuse. La sécrétion lactée est soit interrompue, soit très modifiée et présente alors un aspect séreux, aqueux ou hémorragique. Les mammites cliniques aiguës sont généralement dues à des entérobactéries, notamment *Escherichia coli*, et à *Streptococcus Uberis*, présentes dans l'environnement(Hanzen, 2009).



Figure 1:Une vache atteint une mammite clinique(Service Agroelvage)

A_2_mammite subclinique

Les mammites subcliniques sont pratiquement invisibles et difficiles à détecter. La vache apparait en bonne santé ; le pis a une apparence normale et le lait ne présente aucune modification macroscopique. Le seul signe d'infection est la présence dans le lait d'un nombre élevé de micro-organismes provoquant la formation de leucocytes dans le sang. Une mammité subclinique peut être la résultante de deux phénomènes :

- D'une infection ayant entraîné une mammité clinique lors de la contamination d'un quartier et que le traitement n'a pas réussi à éliminer totalement ;
- De la contamination d'un quartier par un agent infectieux peu agressif et qui n'a pas occasionné de signes cliniques mais qui s'est installé durablement dans la mamelle (HANZEN et al., 2010).

B_ Facteurs de risque :

Un facteur de risque est un facteur qui augmente la probabilité d'apparition ou de développement d'une maladie.

B_1_ transmission des germes

Les germes peuvent se transmettre :

- ❖ **Entre les traites** : de la litière aux quartiers, entre deux traites mais aussi en période sèche. Les mouches sont des vecteurs de transmission des germes : de façon indirecte en perturbant la traite ou directement en transmettant des germes responsables de mammites
- ❖ **Pendant la traite** : par l'intermédiaire de la machine : les quartiers infectés contaminent les quartiers sains. La sensibilité peut être différente d'un animal à l'autre : lorsque le germe pénètre à par le trayon, il gagne l'intérieur du quartier puis s'y multiplie. La mamelle réagit : soit elle élimine le germe, soit ce dernier continue à se multiplier. L'animal se défendra d'autant mieux que :
 - **Les défenses basses sont efficaces** : un trayon étroit est plus étanche avec une bonne qualité de la kératine (absence de lésions)
 - **Les défenses hautes sont efficaces** : système immunitaire compétent.

B_2_Facteur pathogène :

L'infection bactérienne intra-mammaire (IMI) est considérée comme la principale cause de mammite bovine. De nombreuses espèces bactériennes ont été identifiées comme agents responsables de la mammite bovine.

Ces infections bactériennes peuvent être classées en 2 types en fonction de l'origine bactérienne : contagieuse et environnementale.

B_2_1_La mammite contagieuse : fait référence à la mammite qui peut être transmise de vache à vache, en particulier lors de la traite (Cheng & Han, 2020). Des agents pathogènes contagieux tels que *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus agalactiae*, et des espèces moins courantes comme *Mycoplasma bovis* et *Corynebacterium*, vivent sur la peau du pis et des trayons de la vache, colonisant et se développant dans le canal du trayon (Kibebew, 2017). Ceux-ci sont capables d'établir des infections subcliniques, généralement avec une élévation du SCC. Le SCC est une indication utile de l'IMI. L'infection est constituée de leucocytes (c'est-à-dire de neutrophiles, de macrophages, de lymphocytes et d'érythrocytes) et de cellules épithéliales (Sharma et al., 2011). Les infections contagieuses peuvent être contrôlées en réduisant le contact entre les réservoirs et les vaches non infectées. Par conséquent, un bon entretien du matériel de traite, la désinfection des trayons après la traite, l'abattage et la thérapie des vaches tarées (DCT) sont importants pour prévenir les infections contagieuses (Smith & Hogan, 1993).

Contrairement aux agents pathogènes contagieux, les agents pathogènes environnementaux ne vivent généralement pas sur la peau du pis et des trayons de la vache ; au lieu de cela, ils existent dans la litière et le logement du troupeau. Ils sont mieux décrits comme des agents pathogènes opportunistes, cherchant la possibilité de provoquer une infection. Par exemple, ils peuvent entrer dans le trayon pendant la traite en raison du glissement du manchon ou lorsque l'immunité naturelle de la vache est faible, provoquant une mammite clinique.

B_2_2_les mammites environnementales :

tels qu'*Escherichia coli* (*E. coli*) ou *Streptococcus uberis* envahissent et se multiplient dans le pis de la vache, induisant une réponse immunitaire de l'hôte et

une gamme d'espèces bactériennes ont été signalées comme étant à l'origine de la mammites environnementale, à savoir *Streptococcus* spp. (ex. *Strep. Uberis*), espèces de coliformes (ex. *E. coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacte* spp.), *Pseudomonas* spp., etc (Bogni et al., 2011). Le contrôle des infections environnementales peut être obtenu en réduisant l'exposition des extrémités des trayons aux agents pathogènes environnementaux et en renforçant la résistance de la vache à l'IMI par une intervention antibiotique et la vaccination (Smith & Hogan, 1993).

Staphylococcus aureus : Staph. Aureus est le pathogène Gram positif le plus répandu connu pour être associé à diverses formes de mammites cliniques et subcliniques (Vasudevan et al., 2003). Le réservoir fondamental de Staph. Aureus est une glande mammaire chroniquement infectée, donc le maintien de l'hygiène du pis et de la traite peut protéger une vache en bonne santé contre une vache infectée, réduisant ainsi l'infection (Rainard et al., 2018). Staph. Aureus ne déclenche pas une réponse immunitaire chez la vache aussi forte qu'*E. coli* ou endotoxine, donc l'infection de Staph. Aureus est toujours plus bénigne, entraînant des mammites chroniques qui durent quelques mois (Rainard et al., 2018). Staph. Aureus ne provoquent pas d'anomalies ni de décès ; cependant, il produit des enzymes de dégradation et des toxines qui endommagent de manière irréversible le tissu laitier, diminuant finalement la production de lait (Vasudevan et al., 2003).

Traitement du staphylocoque. Aureus infections se fait par l'utilisation d'antibiotiques. Cependant, Rainard et al (Rainard et al., 2018) ont démontré que l'antibiotique n'est pas une méthode efficace en raison de la résistance.

Développé par l'agent pathogène contre les antibiotiques β -lactamines, c'est-à-dire la méthicilline. Ces souches de Staph. Aureus sont connus sous le nom de Staph résistant à la méthicilline. Aureus (MRSA), qui possèdent un gène *mecA* conférant la résistance (Hamid et al., 2017). En plus de cela, la capacité de Staph. Aureus pour produire un biofilm et s'adapter à l'environnement de l'hôte en fait une cible encore plus difficile pour le traitement d'une telle infection (Oliveira et al., 2011; Scali et al., 2015)

Les biofilms sont des amas de cellules (une communauté structurée de cellules bactériennes) enfermées dans une matrice auto-produite (exopolysaccharides,

protéines, acides teichoïques, enzymes et ADN extracellulaire), adhérentes à des surfaces biotiques ou abiotiques (Gomes et al., 2016). La formation de biofilm est initiée par la fixation des bactéries à une abiotique surface, qui peut être entraînée par des interactions hydrophobes ou électrostatiques suivies d'une adhésion facilitée par des adhésines associées à la paroi cellulaire (c'est-à-dire des flagelles, des fimbriae et des pili), impliquant souvent la formation de ponts polymères entre les bactéries et la surface cellulaire. Après quoi, les bactéries commencent à se multiplier en formant une structure multicellulaire, reliées les unes aux autres par des polysaccharides extracellulaires. Enfin, lorsque le biofilm atteint une masse critique, un équilibre dynamique est atteint auquel la plupart des couches cellulaires externes commencent à générer des organismes planctoniques.

Ces bactéries sont libres de s'échapper du biofilm et de migrer et de coloniser d'autres surfaces (Garrett et al., 2008; Melchior et al., 2006). *Staph. Aureus* produit un exo polysaccharide appelé glycocalyx. Cela aide *Staph. Aureus* d'adhérer aux cellules épithéliales mammaires et d'acquérir des nutriments, lui permettant de survivre dans un environnement à fort cisaillement, ainsi que de le protéger du stress environnemental tel que les antibiotiques, les désinfectants et échapper à la phagocytose (Arslan & Özkardes, 2007). C'est la principale raison pour laquelle une bactérie gram-positive est difficile à traiter à l'aide d'antibiotiques, car l'antibiotique n'atteint pas le site cible à la concentration minimale inhibitrice (CMI) mais seulement à une sous-CMI qui n'est pas capable de tuer l'agent pathogène (Amini et al., 2009). En conséquence, des thérapies alternatives qui ciblent directement la capacité de formation de biofilm de *Staph. aureus* sont nécessaires (Asli et al., 2017).

Streptococcus agalactiae : *Strep. Agalactiae* est un agent pathogène à Gram positif responsable de mammites contagieuses. On le trouve dans le tractus gastro-intestinal des bovins ainsi que dans l'environnement des vaches laitières. Elle peut être transmise via la machine à traire et par voie oro-fécale, notamment par l'eau de boisson contaminée ; par conséquent, une étude récente a montré que le maintien de la mamelle et la salubrité de la traite ne suffisent pas à contrôler *StrepAgalactiae*, mais la gestion des matières fécales et de l'environnement doit également être prise en compte (Jørgensen H, Nordstoga A,

Sviland S, 2016). *Strep. Agalacties* provoque une mammite subclinique avec un CCS élevé et une faible production de lait même si aucune anomalie n'a été mise en évidence dans le lait (Kibebew, 2017). Il peut survivre indéfiniment dans les glandes mammaires des vaches, en formant un biofilm qui leur permet d'adhérer et de persister dans la glande mammaire, améliorant simultanément la résistance au facteur hôte et à la privation de nutriments (Rosini & Margarit, 2015)

Mycoplasmaspp: Mammite contagieuse causée par *Myco plasma spp.* est moins commun que *Staph. aureus* et *Strep.* infection par les agalacties. Cependant, il est très sévère et endommage les tissus sécrétoires, et induit une fibrose et des abcès glandulaires et nodulaires lymphatiques (Kibebew, 2017). L'épidémie de mammite mycoplasmaïque est sporadique sans aucune intervention délibérée. Bien qu'il soit auto-limitatif, il produit un biofilm et envahit la cellule hôte, et ne répond pas au traitement antibiotique (McAuliffe et al., 2006). Le seul contrôle consiste en une surveillance régulière et une ségrégation rapide ou l'abattage des vaches infectées (Nicholas et al., 2016)

Escherichia coli : *E. coli* est l'agent pathogène gram négatif le plus fréquemment trouvé. Il envahit le pis par le trayon, prolifère et déclenche une réponse inflammatoire chez la vache laitière. On peut le trouver dans l'environnement entourant la vache laitière, comme la litière du troupeau, en particulier dans un état humide (Smith & Hogan, 1993). La mastite causée par *E. coli* est généralement clinique et transitoire. Les symptômes sont variés, allant de légers avec seulement des signes locaux (pis rouge et gonflé) à sévères avec des signes systémiques (fièvre). Les mammites cliniques sévères causées par *E. coli* peuvent provoquer des lésions tissulaires irréversibles de la glande mammaire, une perte complète de la production de lait, voire parfois la mort de la vache laitière.

E. coli induit rapidement une réponse inflammatoire chez l'hôte.

Le facteur de virulence le plus connu pour déclencher la réponse inflammatoire est l'endotoxine, qui se trouve sur la membrane externe d'*E. coli*, connue sous le nom de lipopolysaccharide (LPS). La liaison du LPS au récepteur de type péage

(TLR4) en association avec d'autres molécules, telles que la protéine de liaison au LPS et le cluster de différenciation (Ariznabarreta et al., 2002; Bradley AJ, n.d.), induisent une série de voies de signalisation (Chow et al., 1999).

L'engagement de TLR4 active le facteur de différenciation myéloïde 88 (MyD88) et recrute des membres du récepteur de l'interleukine-1

La famille des kinases associées et le facteur 6 associé au récepteur du facteur de nécrose tumorale, qui active ensuite le complexe kinase 1 (TAK1) du facteur de croissance transformant γ -activé. Le complexe TAK1 activé agit comme un inhibiteur du complexe facteur nucléaire- γ B kinase (IKK) composé d'IKK γ , IKK β et du modulateur essentiel de la kinase du facteur nucléaire kappa B (NF- γ B) (NEMO), qui provoque alors la phosphorylation de l'inhibiteur de NF- γ B (I γ B).

Néanmoins, *E. coli* a été classé comme pathogène opportuniste avec différents facteurs de virulence, puisque sa pathogénicité n'est pas uniquement médiée par un facteur de virulence unique et spécifique (Fernandes et al., 2011). En fait, des combinaisons de plusieurs facteurs de virulence tels que les toxines, les adhésines, les invasines, la production de capsules, la capacité à résister au complément sérique et au piégeage du fer, sont signalées comme étant nécessaires pour surmonter la pression de sélection de l'hôte et pour coloniser, se multiplier et survivre dans l'environnement. La mamelle et provoquer des réactions inflammatoires (Kaper et al., 2004). En outre, *E. coli* peut persister dans la glande mammaire, provoquant des mammites récurrentes difficiles à traiter, probablement en raison de la capacité à produire un biofilm à différents niveaux (Fernandes et al., 2011; Gomes et al., 2016).

Enterococcus spp : *Enterococcus faecalis* est l'*Enterococcus* spp. Prédominant, suivi par *Ent. Fèces*. Ce sont des pathogènes environnementaux gram-négatifs présents dans la litière organique du troupeau. Pathogénèse de l'*Ent. Faecalis* a été rapporté lié à la formation de biofilm (Elhadidy & Zahran, 2014). De plus, les deux *Ent. Faecalis* et *Ent. Faecium* étaient résistants à plusieurs antibiotiques tels que la lincomycine, la tétracycline, la kanamycine, la streptomycine, la quinupristine/dalfopristine (Synercid), l'érythromycine, le chloramphénicol et la tylosine en raison de la présence de biofilm (Róžańska et al., 2019). Cela conduit

à des occurrences fréquentes d'infections à entérocoques, à la fois récurrentes et persistantes, qui sont difficiles à traiter(Elhadidy & Zahran, 2014).

Staphylocoque à coagulase négative : Staphylocoque à coagulase négative (SNC), par exemple Staph. simulans, Staph. chromogènes, Staph. hyicus et Staph. epidermis, représente un agent pathogène émergent de la mammite qui a été isolé dans de nombreux pays. Les infections causées par le SNC sont relativement bénignes, restent généralement subcliniques mais peuvent être persistantes et sont associées à un CCS élevé et à une diminution de la qualité du lait(Taponen & Pyörälä, 2009). Cependant, contrairement à Staph. aureus, des rapports montrent que leur persistance dans le pis n'a aucun rapport avec la capacité de production de biofilm(Simojoki et al., 2012). Ils peuvent se comporter à la fois comme des agents pathogènes contagieux et environnementaux. Ainsi, la désinfection des trayons après la traite est une mesure efficace pour réduire les infections du SNC ; ainsi qu'une intervention antibiotique. Le SNC répond mieux au traitement antibiotique que Staph. doré (Taponen & Pyörälä, 2009).

Streptococcus uberis : Strep. Uberis est un pathogène environnemental qui provoque des mammites récurrentes, associées à des infections cliniques et subcliniques (Abureema et al., 2014). Il a été rapporté que les composants κ -caséine et γ -caséine dans le lait induisent la production de biofilm, ce qui aide Strep. Uberis à persister sous un stress environnemental et à résister aux traitements antibiotiques (Gomes & Henriques, 2016; Varhimo et al., 2011).

B_3_Facteurs liés à l'animal :

- **Génétique** : Les facteurs génétiques et l'élevage des vaches laitières ont un effet sur la sensibilité ou la résistance à la mammite. Les races pures ou les races croisées de bovins à haut rendement, en particulier les bovins HolsteinFriesian, semblent génétiquement plus vulnérables à la mammite que les races à rendement moyen. Par exemple, les bovins Jersey auraient un taux de mammite inférieur à celui des bovins

Holstein-Friesian(Washburn et al., 2002). En outre, les bovins Rendena à faible rendement, originaires du nord-est de l'Italie, ont démontré une résistance et une résilience supérieures aux maladies, notamment la mammite(Curone et al., 2018; Rainard et al., 2018). De plus, les vaches multipares sont plus vulnérables à l'IMI que les vaches primipares en raison de leur immuno-incompétence (Shaheen et al., 2016)

- **Structure de la mamelle :** La structure de la mamelle affecte également la susceptibilité à l'infection. Les bovins avec de grandes tétines en forme d'entonnoir ou un pis en forme de pendule et des quartiers aveugles après le vêlage sont plus à risque de mammite subclinique (Persson Waller et al., 2014). En dehors de cela, la taille des trayons et la distance entre le trayon et le sol peuvent également diminuer l'activité in vitro des leucocytes dans le lait, augmentant ainsi l'occurrence des IMI.
- **Âge :**Un autre facteur influençant les infections est l'âge. Les vaches plus âgées sont plus sensibles aux infections, très probablement à cause du canal du trayon plus large ou partiellement ouvert en permanence à la suite de traites fréquentes(Kibebew, 2017). De plus, l'épithélium mammaire des vaches plus âgées a une perméabilité accrue, principalement en raison des dommages irréversibles causés par des inflammations antérieures (Król et al., 2013).
- **Période de transition :** La période comprise entre 3 semaines avant et après la parturition est définie comme période de transition, également appelée période périnatale. Les vaches laitières courent un risque plus élevé de contracter des maladies comme la mammite pendant cette période (Drackley, 1999) Les chercheurs ont montré que les IMI surviennent davantage à la parturition et au premier mois de lactation [53,54]. L'incidence élevée de la mammite a été rapportée en raison de l'immunosuppression, associée à l'augmentation du stress oxydatif et à la faible défense antioxydante(Abebe et al., 2016; Sharma et al., 2011).
- **Stress nutritionnel et système immunitaire :**Au cours de la lactation, la demande en énergie et en nutriments pour la synthèse du colostrum et du lait par les vaches laitières est plus élevée. Ainsi, lorsque l'apport alimentaire ne répond pas aux exigences de la lactation, les bovins

présentent un bilan énergétique négatif(Kibebew, 2017). Un bilan énergétique négatif est associé à des carences alimentaires en oligo-éléments (c'est-à-dire sélénium, fer, cuivre, zinc, cobalt, chrome), en acides aminés (c'est-à-dire lysine, L-histidine) et en vitamines (c'est-à-dire A, C, E , β -carotène, lycopène), qui entraînent une immunosuppression au niveau cellulaire et humoral au début de la lactation, augmentant par conséquent la susceptibilité aux infections (Matsui, 2012; Shaheen et al., 2016). Par conséquent, une bonne gestion de l'alimentation pendant la période de transition, telle que la supplémentation en vitamine E et en zinc, est essentielle pour prévenir l'infection de la mammite et augmenter la lactation (Bayril et al., 2015; Chandra et al., 2013)

B_4 Facteurs environnementaux :

Les conditions environnementales et les pratiques de gestion des troupeaux ont des effets décisifs sur la santé et le bien-être des animaux. Garder le troupeau propre et confortable peut réduire l'incidence et la gravité des mammites (Weigel KA, 2018). Une densité de peuplement élevée, un sol contaminé, une litière humide, une mauvaise ventilation et un climat chaud et humide peuvent favoriser la croissance des agents pathogènes de la mammite et une exposition accrue des vaches, entraînant une fréquence plus élevée de mammite (Abebe et al., 2016; Shaheen et al., 2016; Zeinhom et al., 2016).

Chapitre 2 : Impact économique deMSC

A_Impact économique des mammites :

A_1 Prévalence :

Dans le monde agricole, les pertes causées par manque de productivité sont beaucoup plus importantes que celles causées par les pathologies sévères. Pour l'élevage laitier les mammites sont les principales responsables de ce manque de productivité (Coulibaly, 1985), La mammite est la maladie de production la plus répandue dans les troupeaux laitiers du monde entier et est responsable de plusieurs effets de production. Le rendement et la composition du lait peuvent être affectés par une plus ou une dépression moins sévère de courte durée et, en cas d'absence de guérison, par un effet à longue durée d'action, et, parfois, un effet de chevauchement jusqu'à la prochaine lactation (Livares & Ood, 2004). La production laitière en Algérie est très faible : presque 3 milliards de litres de lait produits en 2017. Les pathologies mammaires sont très fréquentes, puisque la fréquence de mammites cliniques est estimée à 20% de la pathologie clinique chez la vache laitière. Les mammites touchent 50% des vaches laitières (1 vache / 2 au cours de sa carrière) et 25% des quartiers (Bouaziz. O, 2021).

A_2 Impact pour le producteur :

Les mammites entraînent des pertes économiques considérables en raison de la diminution de la quantité et de la qualité de lait produit. A cela il faut ajouter les coûts des traitements et des réformes. Les pertes financières sont difficilement chiffrables mais toujours importantes. Les mammites sont la pathologie la plus coûteuse des élevages laitiers(Bouaziz. O, 2021).

A_3 Impact pour le transformateur (industries fromagères) :

Les infections mammaires provoquent une modification de la composition du lait :

- ❖ Diminution de la teneur en protéines insolubles (caséine) une coagulation plus lente
- ❖ Augmentation de la lipolyse odeur, gout de rance
- ❖ Présence d'antibiotiques inhibition à la fermentation

Ces modifications de la composition du lait entraînent une baisse de sa qualité technologique et une perturbation de la fermentation(Bouaziz. O, 2021)

A_4 Impact médicale :

Les mammites ont des répercussions plus ou moins importantes sur la santé des animaux atteints.

- ❖ Des épisodes aiguës ou suraiguës de mammites peuvent provoquer la mort de l'animal.
- ❖ Les infections incurables entraînent la réforme des animaux atteints (Bouaziz, O, 2021)

A_5_Impact hygiénique :

Les risques de consommation d'un lait de mammite sont nombreux :

- ❖ Allergie aux résidus d'antibiotiques
- ❖ Risque bactériologique (lait cru) brucellose –tuberculose (passage de germes aux consommateurs via le lait)
- ❖ Streptocoques : infections urogénitales méningite (nourrisson)
- ❖ Staphylocoques (sécrétant des toxines thermostables à l'origine de toxi-infections alimentaires :

Nausées, vomissement, diarrhée).

- ❖ Listéria dans les produits laitiers (fromages lait cru) (avortements) (Bouaziz, 2021)

B_ Conséquences de la mammite :

B_1_Un cadre économique :

Les conséquences économiques de la mammite (clinique ou subclinique) sont dues au traitement, aux pertes de production, à l'abattage, aux modifications de la qualité du produit et au risque d'autres maladies. Les coûts associés peuvent être répartis parmi les facteurs suivants :

- ❖ Pertes de production de lait
- ❖ Médicaments
- ❖ Lait jeté
- ❖ Services vétérinaires
- ❖ Travail
- ❖ La qualité des produits
- ❖ Matériaux et investissements
- ❖ Diagnostique
- ❖ Autres maladies.
- ❖ La réforme

Bien que les coûts relatifs de ces facteurs puissent diffèrent entre les pays et entre les régions, les principes économiques qui les sous-tendent sont les mêmes(Halasa et al., 2007)

C_L'impact économique sur la production de lait :

Les mammites sont la cause de graves préjudices économiques pour les élevages laitiers : baisse de production, lait jeté, accidents inhibiteurs, frais vétérinaires, coûts de renouvellement supplémentaires, etc. Elles augmentent par ailleurs la charge de travail pour les éleveurs. Ces maladies d'origine constituent la préoccupation majeure dans les troupeaux laitiers (Thomelin, 2009).

Les infections mammaires ont des effets sur la production et sur la qualité du lait. Selon les études, on observe une très grande variabilité au niveau de la perte de lait. La baisse de production laitière due à une mammite clinique est en moyenne de 5 % sur une lactation, soit 400 litres de lait pour une lactation de 8 000 litres. Après une infection, un certain nombre de vaches ne retrouvent pas leur niveau de lait initial. Ces baisses de lait sont souvent plus importantes chez les multipares que chez les animaux en cours de première lactation. Globalement, les mammites cliniques réduisent la carrière d'une vache laitière. Donc pour l'éleveur, les enjeux sont multiples : la qualité du lait, la gestion des réformes et du renouvellement mais aussi le stress, le travail et les pertes économiques (Belkhiri et al., 2021).

C_1_Pertes de production de lait :

Les dommages économiques de la baisse de la production laitière par vache dépendent de la structure de l'élevage des affaires. Systèmes de paiement du lait (paiement sur des kilogrammes de lait ou des kilogrammes de composants du lait tels que les matières grasses et les protéines) peuvent différer. Par ailleurs, les calculs du préjudice économique dû à une diminution de la production de lait diffèrent entre un système de quotas (tel qu'appliqué dans les pays de l'UE, Norvège et Canada) et un système hors quota. Dans un système laitier où les agriculteurs ne sont pas confrontés à un lait quota, le potentiel de production d'une exploitation est le nombre de vaches laitières présentes sur cette exploitation. Le nombre de vaches laitières peut être limité par la taille étable, main-d'œuvre disponible, aliments disponibles ou capital, mais le lait produit par les vaches qui peut être livré à l'usine sera payé au prix du lait sur le marché. Lorsque la production de lait par vache est diminuée par la mammite, moins de lait sera livré à l'usine et le rendement net de la ferme diminuera. Il pourrait y avoir des économies, parce que quand les vaches sont nourries par rapport au lait

production, l'agriculteur peut économiser sur les aliments (concentrés), ce qui se traduira par une diminution des coûts. Dans un système de quotas, calculer le préjudice économique car une diminution de la production de lait devient beaucoup plus compliquée. Le potentiel de production d'une ferme, dans la plupart des situations, est le quota et non le nombre d'animaux. Par conséquent, les rendements du lait et les ventes sont prédéterminés et l'objectif de l'agriculteur est de produire du lait dans les limites du quota aussi efficacement que possible. Avec une diminution de la production de lait, l'agriculteur a plusieurs options, selon la législation associée au système de quotas :

- Traire plus de vaches pour remplir le quota. Dans ce cas, les dommages économiques sont calculés comme le coût supplémentaire de la traite de plus de vaches. Ces coûts ne sont cependant pas faciles à estimer et consistent en des coûts marginaux pour l'alimentation, les services vétérinaires, la main-d'œuvre et le logement. Les coûts d'opportunité de ces intrants supplémentaires doivent être évalués, et avec soin, car ces coûts d'opportunité peuvent différer d'une exploitation à l'autre.
- Augmenter la production des vaches (par exemple, en utilisant plus de concentrés) pour remplir le quota. Dans certaines situations d'élevage, la production laitière des vaches peut être augmentée par l'application d'un meilleur régime alimentaire (plus coûteux). Les coûts marginaux sont associés à la plus grande quantité d'aliments (plus chers) qui est nécessaire pour atteindre le niveau de production demandé. Dans certains cas (en fonction des capacités de gestion de l'agriculteur),
- Une production laitière plus élevée par vache peut entraîner des troubles de santé. Louer des quotas laitiers à d'autres agriculteurs. Dans certains systèmes de quotas, les agriculteurs peuvent louer ou louer à bail un quota de lait relativement facilement. Cela rend le système de quotas plus flexible. Lorsque les agriculteurs n'atteignent pas leur quota, le quota supplémentaire peut être loué à d'autres agriculteurs. Lorsque cela est fait à cause de la mammite et de la diminution de la production de lait associée, les revenus des ventes de lait seront diminués. Cependant, des économies pourraient se produire parce que moins d'aliments sont nécessaires (tout comme dans la situation sans quota), et il y aura de nouveaux revenus de la location du quota laitier (Halasa et al., 2007).

C_2_Lait jeté :

Les dommages économiques dus au lait jeté sont comparables à ceux d'une baisse de la production laitière.

Cependant, il y a une différence : le lait jeté est en fait produit par les vaches, ce qui signifie que les coûts d'alimentation pour cette quantité de lait doivent être pris en compte dans les calculs.

Le préjudice économique de 100 kg de lait digcardé est donc plus important que pour 100 kg de production réduite. Bien que déconseillé d'un point de vue vétérinaire, le lait jeté est souvent donné aux veaux à la place du lait de remplacement économiser le cout de ce lait de remplacement(Halasa et al., 2007).

C_3_La qualité des produits :

La réduction du système de paiement du lait fondé sur les kilogrammes de composants de lait tels que la graisse et les protéines, résultant en des produits laitiers avec des propriétés organoleptiques moins favorables et de mauvaises qualités avec un nombre élevé de cellules somatiques. L'utilisation d'antibiotiques dans le traitement de la mammite fait augmenter le risque de pénalités par le rejet du lait. Certains de ces changements rendent le traitement du lait moins efficace et pourraient aboutir à des produits ayant des propriétés de moindre qualité(Belkhiri et al., 2021).

C_4_Services vétérinaires :

Outre la livraison de médicaments (dans de nombreux pays), le vétérinaire devra peut-être consacrer du temps au diagnostic d'un cas de mammite (clinique)(Halasa et al., 2007; McNab & Meek, 1991). Les services vétérinaires peuvent être obligatoires pour chaque mammite (clinique) cas, si la législation nationale l'exige, ou n'est fournie à la demande de l'agriculteur(Halasa et al., 2007)

C_5_Travail :

Les coûts de main-d'œuvre sont difficiles à interpréter. Les coûts d'opportunité de la main-d'œuvre peuvent différer d'une exploitation à l'autre.

Si la main-d'œuvre est externe, alors le cout de la main-d'œuvre pour le temps qui a été utilisé pour prévenir la mammite est assez facile à calculer (heures x salaire horaire). Sila main-d'œuvre provient du temps libre d'agriculteur, les coûts d'opportunité sont nuls. Cependant, si à cause de mammite l'agriculteur passe moins de temps sur d'autres

tâches de gestion, les coûts d'opportunité sont les diminutions des revenus due au fait de sauter ces tâches(Halasa et al., 2007).

C_6_Impact médicale et sanitaire :

Toute mammite touche le bien-être de l'animal outre que certaines mammites peuvent occasionner des dégâts mortels comme le cas des mammites gangréneuses et les mammites colibacillaires. Les mammites peuvent entraîner une atteinte ou une aggravation à l'hygiène Chapitre IV L'impact des mammites sur l'élevage bovine 63 animale et même pour la santé publique. Le risque zoonotique lié à la contamination du lait par certains germes fait l'objet de préoccupations de santé publique. Le lait « mammiteux » peut être vecteur d'agents responsables de toxi-infections alimentaires (salmonellose, listériose, etc.)(Belkhiri et al., 2021; Gedilaghine, 2005).

C_7_Matériaux et investissements :

La gestion de la mammite comprend l'utilisation de matériel et des produits qui coûtent de l'argent. Ces matériaux peuvent être soit renouvelable (par exemple les désinfectants et les médicaments pourraient être considérés comme des types spécifiques de ressources renouvelables matériaux) ou non renouvelables (par exemple une nouvelle salle de traite). L'achat d'énergie renouvelable matériaux a de conséquences économiques à court terme et les coûts peuvent être facilement calculés. L'achat de matériaux non renouvelables à un impact à long terme conséquences. Les frais d'achat doivent être divisés sur plusieurs années par amortissement. En outre, parce que le capital est immobilisé par de tels achats les taux d'intérêt doivent également être calculés. Pour terminer la plupart des matériaux non renouvelables nécessitent un entretien cela génère également des coûts(Halasa et al., 2007).

C_8_Diagnostic :

Les coûts de diagnostic relatif à la mammite doivent être inclus dans les calculs, des frais d'instance de techniciens et de cultures bactériennes(Belkhiri et al., 2021).

C_9_Autres maladies :

Les facteurs décrits ci-dessus (pertes de production de lait, médicaments, lait jeté, services vétérinaires, la main-d'œuvre, la qualité des produits, les matériaux et les investissements, diagnostic et abattage) sont les conséquences économiques de la

mammite clinique et subclinique. Outre ces coûts directs, les vaches atteintes de mammite représentent une source constante d'infection due à l'excrétion de bactéries (Halasa et al., 2007; Rose et al., 2003; Zadoks et al., 2002). Il peut aussi y avoir une association entre la mammite et les autres maladies du bétail (Gröhn et al., 2003; Halasa et al., 2007; Kossaibati & Esslemont, 1997; Peeler et al., 1994). La relation causale est cependant difficile à déterminer. Lorsque le risque d'autres maladies est aggravé par la mammite, les dommages économiques de D'autres cas de maladie attribuables à la mammite peuvent être considéré comme un dommage économique dû à la mammite. Cependant, ce dommage est très difficile à établir car les interactions entre diverses maladies sont difficiles à déterminer et ils ne seront pas discutés plus avant Dans cet article. Ce serait peut-être un bon sujet pour de plus amples recherches (Halasa et al., 2007).

Chapitre 3 : Méta-analyse

A_Matériel et méthodes

A_1_ Recherche bibliographique

Les Publications sur la prévalence des MSC en Algérie ont été sélectionnées en langue française et anglaise jusqu' à fin mars 2022. La recherche bibliographique a été réalisée sur GoogleScholar(<http://scholar.google.com>)PubMed(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) et Science Direct (<http://www.sciencedirect.com>). Les mots-clés utilisés dans les deux langues ont été les suivants en langue française: prévalence, vache, mammites, Algérie, mammites subcliniques, CMT, bovin, et en langue anglaise: prévalence, cow, mastitis , Algeria, subclinical mastitis, CMT, bovine nous avons travaillé sur les articles mis en compte des cas des mammites subcliniques seulement et marquait tout le nombre de vaches qui ont été examinées dans toutes les régions de l'Algérie, les vaches infectées et non infectées (cas positifs et négatifs), nous avons opté les régions est, ouest, sud, centre d'Algérie et nous excluons les autres pays ainsi que nous avons pris les articles qui étudie les cas de contaminations par vache et éliminé ceux qui ont présenté la contamination par quartier, la race des vaches qui présentent un risque d'infection plus élevée et aussi la saison où les vaches ont été examinées, La Quantité de production du lait (moyenne ou faible), la désinfestation de la traite et aussi le type de traite (mécanique ou bien manuel ou bien mixte), la traite du tarissement aussi mise en considération dans les articles (systématique, absence de tarissement),

Les résultats collectifs représentaient de 5864 vaches de 12 études étai étudié.

Les études ont été publiées entre 2008 et 2019.

A_2_Analyse statistique :

Toute la méta-analyse a été réalisée à l'aide du package Metafor (Viechtbauer, 2010) de R via RStudio (Version 1.1.383 ; Rstudio, Inc.). Des analyses de sous-groupes ont été utilisées pour déterminer s'il existait une différence statistique au sein des sous-groupes. Un minimum de deux études dans chaque catégorie des différents facteurs de confusion devait être inclus dans la méta-analyse des sous-groupes. Des modèles à effets aléatoires dans une méta-analyse à plusieurs niveaux ont été utilisés pour estimer la proportion (PR) et leur IC à 95 %. Le biais de publication a été évalué visuellement à l'aide de graphiques en entonnoir et du test d'Egger (Egger et al., 1997). Un graphique en entonnoir est un diagramme de dispersion utilisé pour détecter l'hétérogénéité systématique en présentant la distribution de la taille de l'effet (PR) par rapport à l'erreur standard (ES).

B_Résultats

Suite à notre recherche, nous avons réussi à avoir une compilation de 12 articles scientifiques publiés en langues anglaise et française entre. Ces 12 articles ont alimenté notre étude de 60 études sur la prévalence des MSC chez 2763 vaches laitières en Algérie (Tableau 1).

Tableau 1: Résultats des prévalences des MSC en Algérie selon les études, chaque ligne représente les résultats d'une étude.

| Reference | Nombre d'étude | Effectif | Prévalence | Race | Region | Type de traite | Période de l'étude |
|---------------------------------|----------------|----------|------------|-----------------------|---|--------------------------|---------------------------|
| (Zaatout et al., 2020) | 16 | 600 | 37,66% | Holstein-friesian | Batna, Oum el bouaghi | ND | Toute l'année |
| (Saidi et al., 2010) | 1 | 140 | 28,57% | ND | Centre | Mixed | Mars-juillet |
| (Boufaïda Asnoune et al., 2012) | 10 | 248 | 38,6% | ND | Nord-est d'Algerie | Mixed-Mécanique-manuelle | ND |
| (Bouزيد et al., 2011) | 4 | 450 | 29,7% | Holstein pie noir | Nord-est d'Algerie | Mécanique | ND |
| (Akkou et al., 2018) | 1 | 222 | 52,3% | ND | Tizi Ouzou-blida-Boumerdes_khenchla-El- | ND | Juin-septembre |
| (Akdouche et al., 2018) | 1 | 287 | 62.36% | ND | Sidi bel Abbas | Mixe | Mars-avril-mai |
| (Saidi et al., 2011) | 4 | 108 | 29,62% | ND | Ain beniane-boumedefaa-hoceinia- | ND | Mi-décembre |
| (Saidi et al., 2013) | 9 | 100 | 25% | Locale-améliorée- | Ain beniane-boumedefaa-hoceinia- | ND | ND |
| (Benhamed et al., 2011) | 3 | 78 | 40,74% | Holstein jersiaise | Oran | Mixed | Février 2011-fevrier-2012 |
| (Kadi, 2017) | 3 | 261 | 18% | ND | Oran | Mécanique | 25 avril-26 mai |
| (Remma & Gourine., 2019) | 8 | 269 | 27% | Holstein-Montbéliard- | Laghouat | ND | ND |

B_1_Résultat global

Le test de Begg et Mazumdar ($p = 0.28$) a indiqué la symétrie du graphique en entonnoir. Le tracé radial et en entonnoir n'a suggéré aucun biais de publication (Fig2 et 3). Il existe une grande variation dans les estimations de la séroprévalence entre les différentes études et l'hétérogénéité de l'ensemble de données était considérable ($I^2 = 87\%$, statistiques Q : $\chi^2 = 470.27$, $df = 59$, $p < 0,0001$). La prévalence des MSC (mammites subcliniques) en utilisant le modèle à effets aléatoires était de 37 % (IC à 95 % : 0.28-0.46, $p < .0001$) (Fig2).

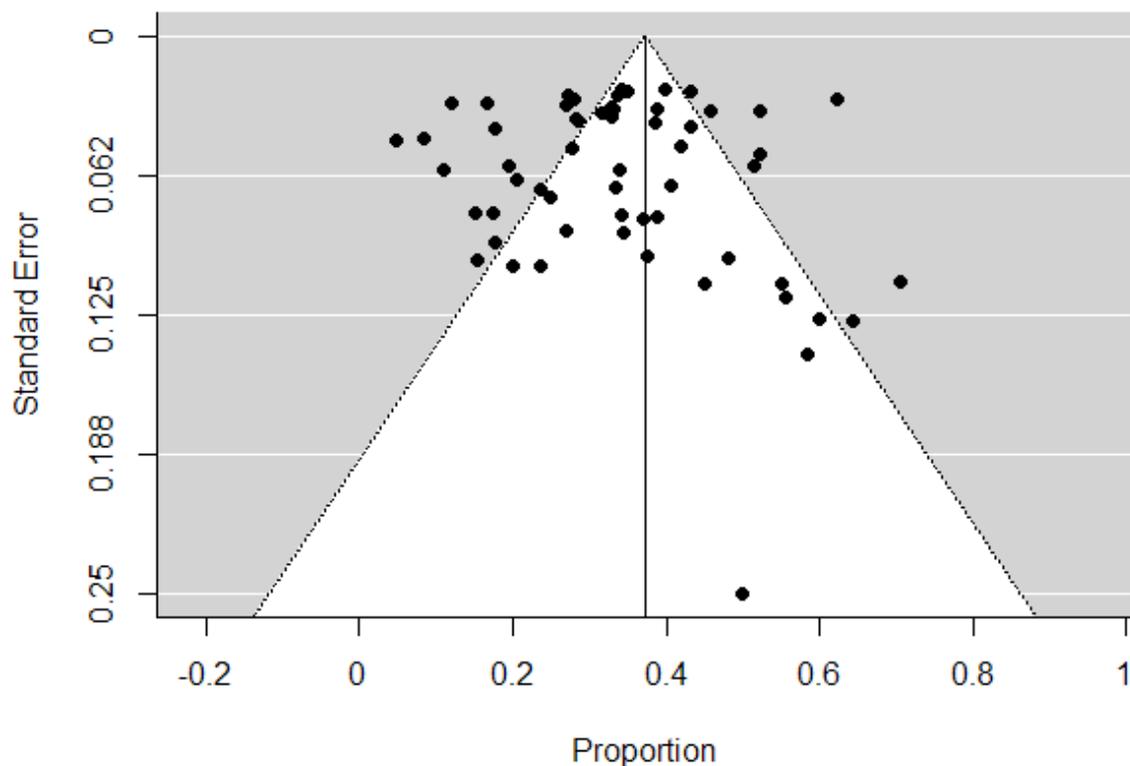


Figure2 : Diagramme en entonnoir de la taille d'effet de proportion de MSC (affiché sur l'axe horizontal) pour l'ensemble des vaches malades. L'axe vertical montre l'erreur standard (ES) de chaque étude, avec des études plus importantes (qui ont une ES plus petit) tracées au-dessus de l'axe vertical ; et l'axe horizontal montrant les tailles d'effet observées (proportion ou estimation) de chaque étude.

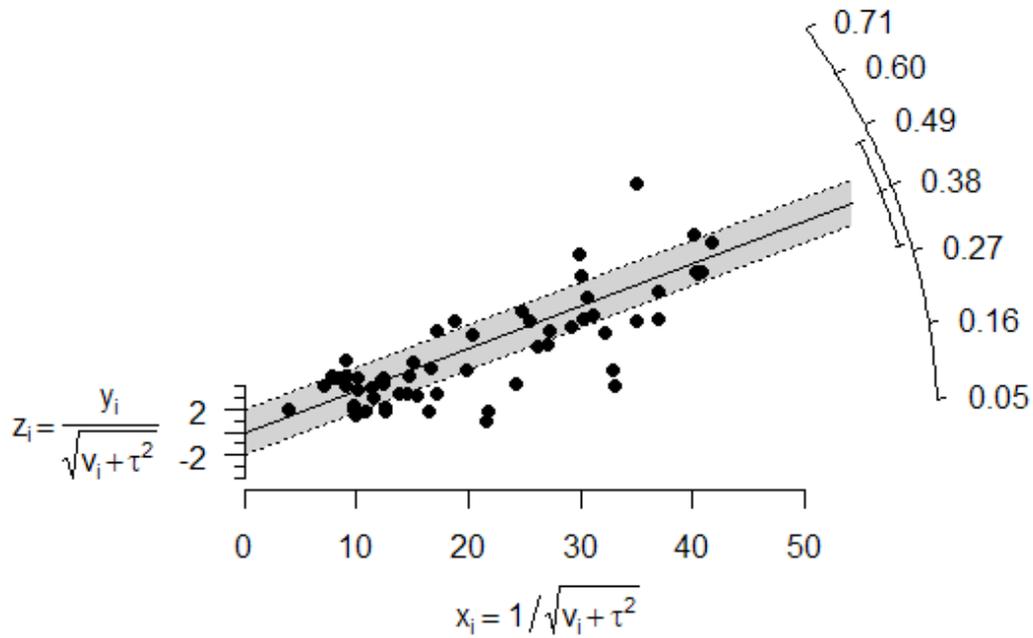


Figure 3 : Tracé radial de la taille effective de proportion de MSC pour l'ensemble des vaches malades. Le graphique montre les erreurs standards (ES) inverses sur l'axe horizontal par rapport aux tailles d'effet observées (proportion ou estimation) normalisées par leur ES correspondante sur l'axe vertical. Sur le côté droit du graphique, un arc est tracé correspondant aux tailles d'effet observées. Une ligne projetée de (0,0) à un point particulier du tracé sur cet arc indique la valeur de la taille d'effet observée pour ce point.

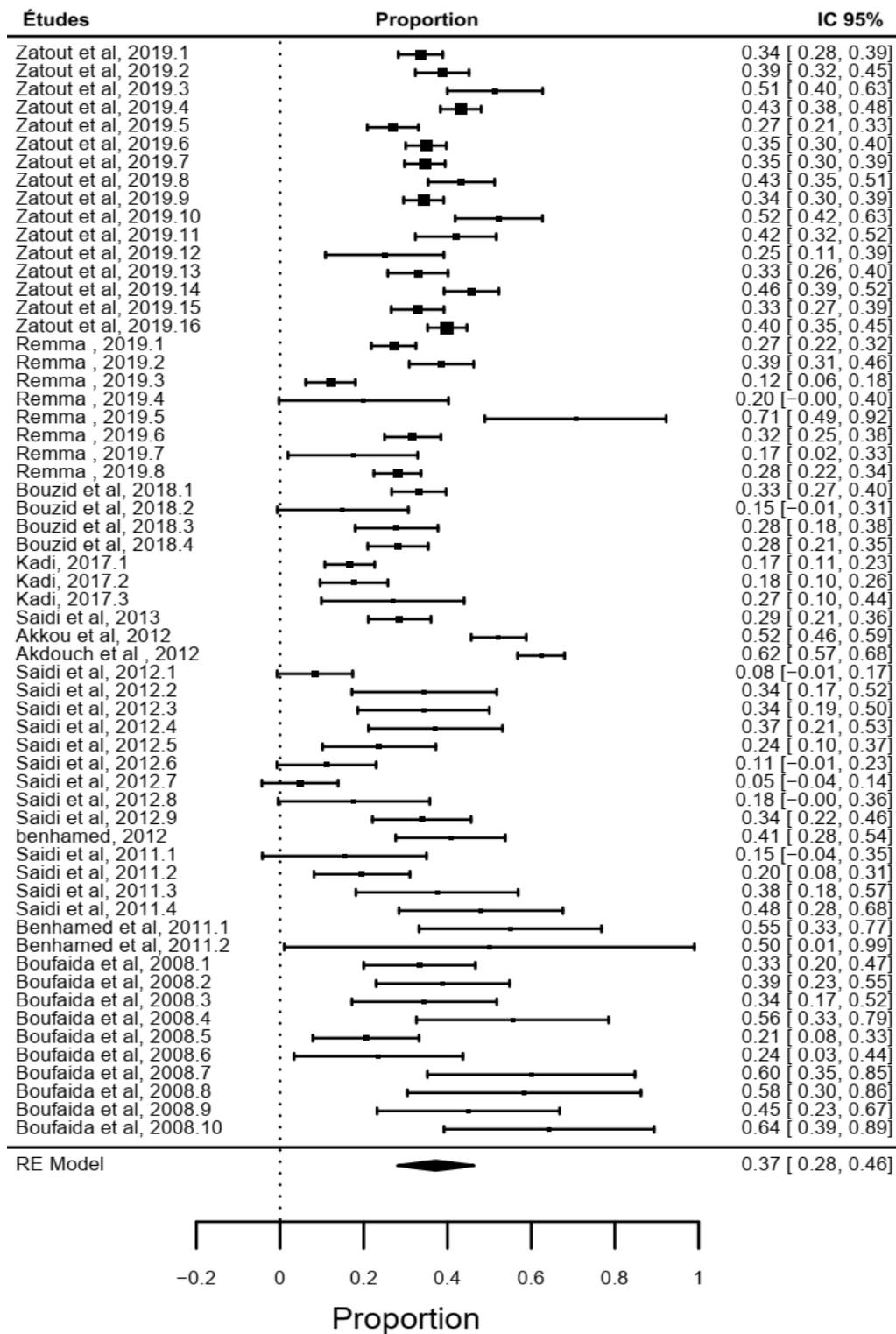


Figure 2: Parcelle forestière pour l'ensemble des vaches avec MSC. La proportion et IC à 95 % des études sur la prévalence des MSC en Algérie.

Les carrés représentent chaque estimation ponctuelle d'une étude. La taille du carré est proportionnelle à la taille de l'échantillon (c'est-à-dire le poids) de cette étude. La ligne

correspond à chaque intervalle de confiance (IC) de la taille de l'effet dans une étude. Le losange représente l'estimation groupée à l'aide d'un modèle à effets aléatoires (ER)

. Les estimations ont été obtenues par des modèles à effets aléatoires (RE) (sans modérateurs) pour lesquels l'estimation groupée est présentée sous forme de polygone plein dans la dernière rangée.

C_Analyse de sous-pulpatons (sous-groupe)

Tableau 2: Statistiques descriptives et résultats de la méta-analyse sur la prévalence des MSC en Algérie selon les performances de la sous-population (sous-groupe). Chaque ligne représente une méta-analyse différente appliquée à la sous-population.

| Classe | Sous-groupe | Estimate | SE | IC 95% | P val | I ² |
|------------|--------------|------------|------|-----------|--------|----------------|
| Global | // | 0.37 (37%) | 0.04 | 0.28-0.46 | <.0001 | 87% |
| Race | Hol | 0.34 (34%) | 0.01 | 0.31-0.38 | <.0001 | 50% |
| | Mixte | 0.32 (32%) | 0.03 | 0.25-0.39 | <.0001 | 65% |
| Lactation | Début | 0.33 (33%) | 0.02 | 0.28-0.37 | <.0001 | 6% |
| | Milieu | 0.43 (43%) | 0.12 | 0.17-0.68 | <.0009 | 84% |
| | Fin | 0.31 (31%) | 0.11 | 0.09-0.53 | 0.0057 | 91% |
| Saison | Chaude | 0.32 (32%) | 0.07 | 0.18-0.47 | <.0001 | 72% |
| | Froide | 0.39 (39%) | 0.02 | 0.34-0.43 | <.0001 | 87% |
| | Mixte | 0.42 (42%) | 0.07 | 0.27-0.57 | <.0001 | 91% |
| Traite | Manuelle | 0.59 (59%) | 0.06 | 0.46-0.71 | <.0001 | 0% |
| | Mécanique | 0.26 (26%) | 0.04 | 0.17-0.34 | <.0001 | 61% |
| | Mixte | 0.44 (44%) | 0.10 | 0.24-0.64 | <.0001 | 96% |
| Région | Centre | 0.32 (32%) | 0.04 | 0.23-0.41 | <.0001 | 60% |
| | Ouest | 0.43 (43%) | 0.10 | 0.23-0.63 | <.0001 | 95% |
| | East | 0.36 (36%) | 0.01 | 0.32-0.39 | <.0001 | 72% |
| | Sud | 0.26 (26%) | 0.01 | 0.23-0.29 | <.0001 | 86% |
| Production | Faible | 0.24 (24%) | 0.09 | 0.05-0.43 | 0.0097 | 87% |
| | Moyenne | 0.34 (34%) | 0.05 | 0.24-0.45 | <.0001 | 86% |
| Tarisement | Systématique | 0.29 (29%) | 0.04 | 0.21-0.37 | <.0001 | 44% |
| | Pas | 0.29 (29%) | 0.06 | 0.16-0.42 | <.0001 | 53% |
| | Aucun | 0.55 (55%) | 0.05 | 0.45_0.66 | <.0001 | 0% |

Race

Dans les études du dépistage des MSC réalisées sur des vaches de race Holstein, une proportion de 34 % a été observée (IC à 95% 0.31-0.38, $p < .0001$). Une prévalence de 32% a été observée (IC à 95% 0.25-0.39, $p < .0001$) chez les autres races.

Lactation

Selon le stade de lactation, les vaches en début de lactation avez présenté une prévalence de 33% (IC à 95% 0.28-0.37, $p < .0001$) de MSC. Des prévalences de MSC de 43% (IC à 95% 0.17-0.68, $p < .0009$) et de 31% (IC à 95% 0.09-0.53, $p = 0.005$) ont été constatées chez les vaches en milieu et en fin de lactation respectivement.

Saison

Selon la saison les études du dépistage des MSC en saison chaude présente une prévalence de 32% (IC95% 0.18-0.47, $P < .0001$), en saison froide de 39% (IC 95% 0.34-0.43, $P < .0001$), en saison mixte une prévalence de 42% (IC 95% 0.27-0.57, $< .0001$) a été observée.

Traite

Les études du dépistage des MSC selon le type de la traite, une prévalence de 59% (IC 95% 0.46-0.71, $P < .0001$) dans les élevages qui pratiquent la traite manuelle, la traite mécanique a donné une prévalence de 26% (IC 95% 0.17 -0.34, $< .0001$) et on a trouvé une proportion de 44% (IC 95% 0.24-0.64, $p < .0001$) de MSC dans les élevages qui utilisent les deux techniques de traite (manuelle et mécanique).

Région

Les études réalisées sur des vaches dans le centre de l'Algérie ont trouvé une proportion de 32% (IC 95% 0.21-0.43, $p < .0001$) des MSC. Une prévalence de 43% (IC 95% 0.23-0.63, $p < .0001$) a été observée dans l'ouest Algérien, une prévalence de MSC de 36% (IC 95% 0.32-0.39, $p < .0001$) et de 26% (IC 95% 0.23-0.29, $p < .0001$) ont été constatée dans les élevages de l'East et du sud Algérien respectivement.

Production

Selon la quantité de lait produit, une prévalence de MSC de 24% (IC 95% 0.05-0.43, $p = 0.0097$) a été observée chez les vaches à faible production. Les vaches à production moyenne ont présenté une prévalence de 34% (IC 95% 0.24-0.45, $p < .0001$).

Tarissement

Selon le mode du tarissement ; une proportion de 29% a été observée (IC 95% 0.21-0.37, $p < .0001$) dans les élevages où le tarissement est effectué d'une manière systématique.

Des prévalences de MSC de 29% (IC 95% 0.16-0.42, $p < .0001$) et 55% (IC 95% 0.45-0.66, $p < .0001$) ont été constatées dans le cas d'absence du tarissement.

D_Analyse de la régression

Tableau 3 : Résultats de la méta-régression univariée sur la prévalence des MSC en Algérie selon les performances de la sous-population (sous-groupe). Chaque ligne représente une méta-régression différente appliquée à la sous-population.

| Modèle | Classe | Sous-groupe | Estimate | SE | IC 95% | Pval | I ² |
|---------------|------------|--------------|--------------|------|------------|--------|----------------|
| Modèle global | // | // | 0.37 (37%) | 0.04 | 0.28-0.46 | <.0001 | 87% |
| Modèle#1 | Race | Mixte | Référence | | | | 59% |
| | | Intercept | 0.32 (32%) | 0.02 | 0.28-0.37 | <.0001 | |
| | | Hol | 0.016 (1.6%) | 0.02 | -0.03-0.06 | 0.48 | |
| Modèle#2 | Lactation | Fin | Référence | | | | 84% |
| | | Intercept | 0.30 (30%) | 0.05 | 0.20-0.41 | <.0001 | |
| | | Début | -.01 (0%) | 0.04 | -0.10-0.06 | 0.66 | |
| | | Milieu | 0.04 (4%) | 0.04 | -0.04-0.13 | 0.33 | |
| Modèle#3 | Saison | Chaude | Référence | | | | 92% |
| | | Intercept | 0.37 (37%) | 0.06 | 0.24-0.50 | <.0001 | |
| | | Froide | 0.04 (4%) | 0.03 | -0.03-0.11 | 0.27 | |
| | | Mixte | 0.04 (4%) | 0.03 | -0.02-0.10 | 0.20 | |
| Modèle#4 | Traite | Mécanique | Référence | | | | 78% |
| | | Intercept | 0.25 (25%) | 0.07 | 0.11-0.40 | 0.0006 | |
| | | Manuelle | 0.28 (28%) | 0.07 | 0.14-0.42 | <.0001 | |
| | | Mixte | 0.18 (18%) | 0.10 | -0.03-0.39 | 0.09 | |
| Modèle#5 | Région | Sud | Référence | | | | 87% |
| | | Intercept | 0.26 (26%) | 0.15 | -0.03-0.56 | 0.084 | |
| | | Centre | 0.05 (5%) | 0.19 | -0.31-0.43 | 0.76 | |
| | | Ouest | 0.08 (8%) | 0.18 | -0.28-0.45 | 0.65 | |
| | | East | 0.16 (16%) | 0.17 | -0.17-0.50 | 0.35 | |
| Modèle#6 | Production | Faible | Référence | | | | 86% |
| | | Intercept | 0.20 (20%) | 0.07 | 0.06-0.35 | 0.0048 | |
| | | Moyenne | 0.17 (17%) | 0.03 | 0.11-0.24 | <.0001 | |
| Modèle#7 | Tarisement | Pas | Référence | | | | 0% |
| | | Intercept | 0.29 (29%) | 0.06 | 0.16-0.42 | <.0001 | |
| | | Systématique | 0.26 (26%) | 0.08 | 0.08-0.43 | 0.0028 | |
| | | Aucun | -0.0017 (0%) | 0.07 | -0.15-0.15 | 0.98 | |

Le tableau 3 résume les résultats de la méta-régression univariée en sept (7) modèles, chaque modèle présente la comparaison entre les sous-groupes. L'inclusion de la race (mixte ou Holstein) dans le Modèle#1 a permis de réduire l'hétérogénéité de 28% (**87%-59%**) mais aucune différence significative n'a été trouvée entre ces deux sous-groupes. L'inclusion du stade de la lactation (début, milieu et fin de la lactation) dans le Modèle#2 a permis de réduire

l'hétérogénéité seulement de 3% mais aucune différence significative n'a été trouvée entre ces trois sous-groupes. Dans le Modèle#3, l'hétérogénéité n'a été pas réduite après l'inclusion de la saison (chaude, froide et mixte) et aucune différence significative n'a été trouvée entre ces trois sous-groupes. L'inclusion du type de traite (mécanique, manuelle et mixte) dans le Modèle#4 a permis de réduire l'hétérogénéité de 9%. Les vaches traitées manuellement ont présenté une prévalence de MSC significativement supérieure de 28% (0.28, IC à 95% 0.14-0.42, $P < .0001$) comparée aux vaches traitées mécaniquement. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les vaches traitées mécaniquement et les vaches traitées par ces deux techniques en même temps (mixte).

Dans le Modèle#5, l'hétérogénéité n'a été pas réduite après l'inclusion de la région (sud centre oust East) et aucune différence significative n'a été trouvée entre ces quatre sous-groupes.

L'inclusion du type de production (faible, moyenne) dans le Modèle#6 permet de réduire l'hétérogénéité de 1%. Les vaches de production faible ont présenté une prévalence de MSC significativement supérieure de 20% (0.20, IC à 95% 0.06-0.35, 0.0048) comparée aux vaches de production moyenne.

L'inclusion de type de tarissement (pas, systématique, aucun) dans le modèle#7 a permis de réduire une hétérogénéité de 87% les vaches non taries ont présenté une prévalence de MSC significativement supérieure 29% (0.29 IC 95% 0.16-0.4, $p < .0001$) comparée aux vaches taries systématiquement, aucune différence significative n'a été trouvée entre les vaches taries systématiquement et les vaches non taries.

E_Discussion :

La mammite est une maladie infectieuse majeure affectant les vaches causant une énorme perte économique malgré des recherches intensives et les mesures préventives prises au cours des dernières décennies.

La présente étude a montré un modèle de prévalence de la mammite subclinique chez les vaches laitières de différents coins de l'Algérie sur les deux dernières décennies. Les résultats de cette étude ont montré qu'il existe une forte hétérogénéité (87%) pour les estimations de la prévalence entre les études à travers l'Algérie.

La variante de la prévalence au niveau des vaches peut probablement être due à des différentes performances de l'animal (la race, production laitière et stade de lactation), les conditions climatiques (la saison, la région) et la gestion de l'exploitation pratique (désinfection de traite et le tarissement). Les résultats de ces études ont également montré une forte variation de la prévalence au niveau du trimestre de mammite subclinique.

La méta-analyse sur la prévalence des MSC en Algérie selon les performances de la sous-population (sous-groupe) est globalement 37% (IC 0.28-0.46 ; $P < .0001$) varie entre 18% à 62,36% par rapport les études effectuées pour la période 2008 à 2019.

Nos résultats en fin de lactation (30%) sont légèrement supérieurs à travers cette étude nous avons remarqué que les vaches sont de plus en plus atteintes avec l'avancement du stade et du numéro de lactation, ce qui s'explique par l'accumulation d'un grand nombre de germes dans la glande mammaire ; cette augmentation plus marquée chez les vaches âgées est corroborée par d'autres recherches (Bouzig et al., 2011).

Ceci s'explique par des facteurs qui accompagnent le vieillissement des animaux, notamment les lésions des trayons qui deviennent plus allongés ce qui les rapproche du sol, ainsi qu'à la perte d'élasticité du sphincter et l'augmentation de sa perméabilité ce qui favorise les contaminations extérieures (Poutrel et al., 1980) ; Avec l'âge, il y a souvent installation de nouvelles infections à symptômes apparents et les mammites cachées ont le temps de se développer et de laisser apparaître des signes cliniques évidents.

Concernant la race la plus touchée par les mammites subcliniques a été Holstein avec une fréquence d'atteinte de 34%.

La race la plus résistante aux mammites est la race mixe, cela peut être expliqué par le fait que la race mixe est plus rustique et mieux adaptée aux conditions d'élevage algériennes que les autres races et elle est moins productrices.

Les résultats de notre étude ont montré que l'infection est plus importante chez les éleveurs qui pratiquent la traite manuelle (28% de vaches affectées) par rapport à ceux qui utilisent les machines pour la traite (25% de vaches affectées). L'utilisation des machines limite les manipulations des trayons, en conséquence l'infection ne se propage pas aussi vite que dans la traite manuelle où la transmission se fait par les mains affectées des trayeurs (Zidane, 2019).

Les vaches de production faible ont présenté une prévalence de MSC significativement supérieure de 20% comparée aux vaches de production moyenne ces résultats sont liés aux mauvaises conditions d'hygiène de traite et à la mauvaise conduite de troupeaux ; ces facteurs ont constitué les probables facteurs de risque (Fartas et al., 2017).

Certains facteurs telle que l'hygiène jouer un rôle dans la prévalence des mammites subcliniques. Une mauvaise hygiène de traite peut entraîner une exposition et une transmission accrues des agents pathogènes de la mammite pendant la traite.

Nous avons fourni des estimations groupées hétérogènes d'une étude à l'autre par conséquent, d'autres études sont nécessaires pour inclure dans la méta-analyse pour obtenir une estimation plus précise de la prévalence de mammite subclinique chez les vaches laitières en Algérie.

Conclusion

Conclusion :

La présente étude a fourni l'estimation de la prévalence de la mammite subclinique chez les vaches laitières en Algérie sous un modèle à effets aléatoires, nous avons conclu qu'il y a une forte prévalence de la maladie.

Une forte variation de la prévalence dans divers coins de L'Algérie était observée dans la méta-analyse. Cette prévalence de la mammite subclinique 37% pourrait être la principale cause de la faible productivité de vaches laitières en Algérie au fil des ans.

En Algérie, il n'existe pas de plan national de lutte contre les mammites. On ne peut donc conseiller les éleveurs qu'un ensemble de mesures prophylactiques efficaces, devront être adaptées sans exceptions.

• Pour dépister les mammites, il faut d'abord apprendre à reconnaître les symptômes des mammites, parmi les principaux points à retenir sont :

- Observation du lait et de la mamelle
- Palpation du pis

D'une manière générale la lutte contre cette affection peut être maîtrisée à l'aide d'un programme de gestion comprenant :

- Un environnement propre et sans stress.
- L'utilisation et l'entretien appropriés du matériel de traite.
- Des méthodes de traites adéquates, la traite commençant par celle des vaches indemnes de mammites et s'accompagnant de la désinfection systématique du pis.
- Le traitement pendant le tarissement des vaches atteintes de mammites subcliniques.
- Un programme d'inspection de la santé du pis.
- Le traitement rapide des mammites cliniques. Si possible, la séparation des vaches atteintes.

La prévention des mammites nécessite que le producteur s'engage quotidiennement à un programme qui lui permettrait de réduire les causes de contamination, par un niveau élevé d'hygiène ; à prévenir aussi les risques de traumatismes aux trayons ou d'affaiblissement de l'animal et à respecter les techniques de lutte.

Un dépistage précoce et collectif pour fixer les exploitations à problèmes et détecter les cas de mammites cliniques et subcliniques.

Le contrôle des conditions d'élevage et de l'efficacité du matériel de traite. Assurer une bonne conduite d'élevage du troupeau : logement, renouvellement et réforme.

Le contrôle permanent de l'efficacité des mesures grâce à des tests de CMT individuels et sur le lait de mélange.

La lutte contre les mammites nécessite des efforts de la part des éleveurs mais aussi une mobilisation considérable des administrations et des techniciens chargés d'en assurer la mise en œuvre et le suivi.

Les producteurs laitiers peuvent réduire l'incidence et perte dues à la mammite subclinique par suivaient une bonne pratique de traite et par un bon traitement au tarissement sous la direction de vétérinaires de terrain.

Références

- Abebe, R., Hatiya, H., Abera, M., Megersa, B., & Asmare, K. (2016). Bovine mastitis: prevalence, risk factors and isolation of *Staphylococcus aureus* in dairy herds at Hawassa milk shed, South Ethiopia. *BMC Veterinary Research*, *12*(1), 1–11.
- Abureema, S., Smooker, P., Malmo, J., & Deighton, M. (2014). Molecular epidemiology of recurrent clinical mastitis due to *Streptococcus uberis*: evidence of both an environmental source and recurring infection with the same strain. *Journal of Dairy Science*, *97*(1), 285–290.
- Akdouche, L., Aissi, M., & Saadi, A. (2018). Prevalence and Identification of Yeasts Responsible for Mastitis in Dairy Cattle Farms in the Sidi Lahcene Region in the Wilaya of Sidi Bel abbes-Algeria. *J. Adv. Dairy Res*, *6*, 206.
- Akkou, M., Bouchiat, C., Antri, K., Bes, M., Tristan, A., Dauwalder, O., Martins-Simoes, P., Rasigade, J.-P., Etienne, J., & Vandenesch, F. (2018). New host shift from human to cows within *Staphylococcus aureus* involved in bovine mastitis and nasal carriage of animal's caretakers. *Veterinary Microbiology*, *223*, 173–180.
- Amini, B., BAGHCHEHSARAEI, H., & HAJI, O. F. M. (2009). *Effect of different sub MIC concentrations of penicillin, vancomycin and ceftazidime on morphology and some biochemical properties of Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa isolates.*
- Ariznabarreta, A., Gonzalo, C., & San Primitivo, F. (2002). Microbiological quality and somatic cell count of ewe milk with special reference to staphylococci. *Journal of Dairy Science*, *85*(6), 1370–1375.
- Arslan, S., & Özkardes, F. (2007). Slime production and antibiotic susceptibility in staphylococci isolated from clinical samples. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, *102*(1), 29–33.
- Asli, A., Brouillette, E., Ster, C., Ghinet, M. G., Brzezinski, R., Lacasse, P.,

- Jacques, M., & Malouin, F. (2017). Antibiofilm and antibacterial effects of specific chitosan molecules on *Staphylococcus aureus* isolates associated with bovine mastitis. *PloS One*, *12*(5), e0176988.
- Bayril, T., Yildiz, A. S., Akdemir, F., Yalcin, C., Köse, M., & Yilmaz, O. (2015). The Technical and Financial Effects of Parenteral Supplementation with Selenium and Vitamin E during Late Pregnancy and the Early Lactation Period on the Productivity of Dairy Cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *28*(8), 1133–1139. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0960>
- Belkhiri, N. E. H., Mellaoui, H., & Messaadia, L. (2021). *L'impact des mammites cliniques et subcliniques sur la production laitière chez la race bovines.*
- Benhamed, N., Moulay, M., Aggad, H., Henni, J. E., & Kihal, M. (2011). Prevalence of mastitis infection and identification of causing bacteria in cattle in the oran region West Algeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, *10*(22), 3002–3005.
- Bogni, C., Odierno, L., Raspanti, C., Giraud, J., Larriestra, A., Reinoso, E., Lasagno, M., Ferrari, M., Ducrós, E., & Frigerio, C. (2011). War against mastitis: Current concepts on controlling bovine mastitis pathogens. *Science against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances*, 483–494.
- Bouaziz, O. (2021). *Etude generale des mammites des vaches laitieres d.*
- Boufaïda Asnoune, Z., Butel, M. J., & Ouzrout, R. (2012). Prévalence des principales bactéries responsables de mammites subcliniques des vaches laitières au nord-est de l'Algérie. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, *65*(1–2), 5. <https://doi.org/10.19182/remvt.10132>
- Bouزيد, R., Hocine, A., Maïfia, F., Rezig, F., Ouzrout, R., & Touati, K. (2011). Prévalence des mammites en élevage bovin laitier dans le Nord-Est algérien.

- Livestock Research for Rural Development*, 23(4), 2011.
- Bradley AJ, 2002. (n.d.). *Bovine mastitis: an evolving disease*. *Vet J* 2002; 164:116-28. <https://doi.org/10.1053/tvj.2002.0724>
<https://doi.org/10.1053/tvj.2002.0724>
- Chandra, G., Aggarwal, A., Singh, A. K., Kumar, M., & Upadhyay, R. C. (2013). Effect of vitamin E and zinc supplementation on energy metabolites, lipid peroxidation, and milk production in peripartum sahiwal cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(11), 1569.
- Cheng, W. N., & Han, S. G. (2020). Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(11), 1699–1713. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0156>
- Chow, J. C., Young, D. W., Golenbock, D. T., Christ, W. J., & Gusovsky, F. (1999). Toll-like receptor-4 mediates lipopolysaccharide-induced signal transduction. *Journal of Biological Chemistry*, 274(16), 10689–10692.
- Coulibaly, E. (1985). *Les mammites: importance économique*.
- Curone, G., Filipe, J., Cremonesi, P., Trevisi, E., Amadori, M., Pollera, C., Castiglioni, B., Turin, L., Tedde, V., Vigo, D., Moroni, P., Minuti, A., Bronzo, V., Addis, M. F., & Riva, F. (2018). What we have lost: Mastitis resistance in Holstein Friesians and in a local cattle breed. *Research in Veterinary Science*, 116, 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.11.020>
- Drackley, J. K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259–2273.
- Elhadidy, M., & Zahran, E. (2014). Biofilm mediates *Enterococcus faecalis* adhesion, invasion and survival into bovine mammary epithelial cells. *Letters in Applied Microbiology*, 58(3), 248–254.
- Fartas, A., Bouzebda, Z., Afri, F., & Khamassi, S. (2017). Prévalence et impact des mammites subcliniques sur la rentabilité de bovins laitiers dans

- l'extrême Est algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 29(www.lrrd.org).
- Fernandes, J. B. C., Zanardo, L. G., Galvão, N. N., Carvalho, I. A., Nero, L. A., & Moreira, M. A. S. (2011). Escherichia coli from clinical mastitis. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 23(6), 1146–1152. <https://doi.org/10.1177/1040638711425581>
- Garrett, T. R., Bhakoo, M., & Zhang, Z. (2008). Bacterial adhesion and biofilms on surfaces. *Progress in Natural Science*, 18(9), 1049–1056.
- Gedilaghine, V. (2005). *La rationalisation du traitement des mammites en exploitation laitière. Conception et réalisation d'une enquête d'évaluation de la mise en place de l'action GTV Partenaire dans le Département de la Manche.*
- Gomes, F., & Henriques, M. (2016). Control of bovine mastitis: old and recent therapeutic approaches. *Current Microbiology*, 72(4), 377–382.
- Gomes, F., Saavedra, M. J., & Henriques, M. (2016). Bovine mastitis disease/pathogenicity: evidence of the potential role of microbial biofilms. *FEMS Pathogens and Disease*, 74(3), ftw006.
- Gröhn, Y. T., Rajala-Schultz, P. J., Allore, H. G., DeLorenzo, M. A., Hertl, J. A., & Galligan, D. T. (2003). Optimizing replacement of dairy cows: modeling the effects of diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, 61(1), 27–43.
- Halasa, T., Huijps, K., Østerås, O., & Hogeveen, H. (2007). Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly*, 29(1), 18–31. <https://doi.org/10.1080/01652176.2007.9695224>
- Hamid, S., Bhat, M. A., Mir, I. A., Taku, A., Badroo, G. A., Nazki, S., & Malik, A. (2017). Phenotypic and genotypic characterization of methicillin-resistant Staphylococcus aureus from bovine mastitis. *Veterinary World*, 10(3), 363.

- Hanzen, C. (2009). *La pathologie infectieuse de la glande mammaire : Etiopathogénie et traitements, Approche individuelle et de troupeau*. P7, 15,44.
- Jørgensen H, Nordstoga A, Sviland S, et al 2016. (2016). *Streptococcus agalactiae in the environment of bovine dairy herds—rewriting the textbooks?* *Vet Microbiol* 2016;184:64-72. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.12.014>.
- <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.12.014>
- Kadi, N. (2017). *Incidences sanitaire et facteurs de risque des mammites sur la fertilité des vaches laitières. Étude de cas.*
- Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. T. (2004). Pathogenic Escherichia coli. *Nature Reviews Microbiology*, 2(2), 123–140. <https://doi.org/10.1038/nrmicro818>
- Kebbal, S., Baazize-Ammi, D., Gharni, I., Hanzen, C., & Guetarni, D. (2020). Étude descriptive des facteurs de risque des mammites et caractéristiques managériales des exploitations laitières de la wilaya de Blida (Descriptives study of mastitis risk factors and managerial characteristics of dairy farms in the wilaya of BLIDA). *Revue Agrobiologia*, 10(1), 1975–1985.
- Kibebew, K. (2017). Bovine mastitis: A review of causes and epidemiological point of view. *J Biol Agric Healthc*, 7(2), 1–14.
- Kossaibati, M. A., & Esslemont, R. J. (1997). The costs of production diseases in dairy herds in England. *The Veterinary Journal*, 154(1), 41–51.
- Król, J., Brodziak, A., Litwinczuk, Z., & Litwinczuk, A. (2013). Effect of age and stage of lactation on whey protein content in milk of cows of different breeds. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 16(2).
- Livares, J. C. A., & Ood, J. W. (2004). *Review article West Nile virus infection of horses*. 35, 467–483. <https://doi.org/10.1051/vetres>
- M, M., H, V., & J., F.-G. (2006). *Biofilms: a role in recurrent mastitis*

infections? Vet J 2006; <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.01.006>

- Matsui, T. (2012). Vitamin C nutrition in cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(5), 597.
- McAuliffe, L., Ellis, R. J., Miles, K., Ayling, R. D., & Nicholas, R. A. J. (2006). Biofilm formation by mycoplasma species and its role in environmental persistence and survival. *Microbiology*, 152(4), 913–922.
- McNab, W. B., & Meek, A. H. (1991). A benefit cost analysis of dry-cow mastitis therapy in Ontario dairy herds. *The Canadian Veterinary Journal*, 32(6), 347.
- Melchior, M. B., Vaarkamp, H., & Fink-Gremmels, J. (2006). Biofilms: a role in recurrent mastitis infections? *The Veterinary Journal*, 171(3), 398–407.
- Nicholas, R. A. J., Fox, L. K., & Lysnyansky, I. (2016). Mycoplasma mastitis in cattle: To cull or not to cull. *The Veterinary Journal*, 216, 142–147.
- Oliveira, M., Bexiga, R., Nunes, S. F., & Vilela, C. L. (2011). Invasive potential of biofilm-forming Staphylococci bovine subclinical mastitis isolates. *Journal of Veterinary Science*, 12(1), 95–97.
- Peeler, E. J., Otte, M. J., & Esslemont, R. J. (1994). Inter-relationships of periparturient diseases in dairy cows. *The Veterinary Record*, 134(6), 129–132.
- Persson Waller, K., Persson, Y., Nyman, A.-K., & Stengärde, L. (2014). Udder health in beef cows and its association with calf growth. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 56(1), 1–8.
- Poutrel, B., Bind, J. L., & Leplatre, J. (1980). Les mammites, l'échantillon et son exploitation, mises au point techniques, rôles du praticien et du laboratoire. *Bulletin Des Groupements Techniques Vétérinaires*, 17–25.
- Rainard, P., Foucras, G., Fitzgerald, J. R., Watts, J. L., Koop, G., & Middleton, J. R. (2018). Knowledge gaps and research priorities in Staphylococcus aureus mastitis control. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65, 149–

- Remma, F. kamilia, & Gourine, A. A. (2019). *Dépistage des mammites sub – cliniques chez la vache laitière par la méthode du C.M.T dans la wilaya de Laghouat.*
- Rose, S. G. S., Swinkels, J. M., Kremer, W. D. J., Kruitwagen, C. L. J. J., & Zadoks, R. N. (2003). Effect of penethamate hydriodide treatment on bacteriological cure, somatic cell count and milk production of cows and quarters with chronic subclinical *Streptococcus uberis* or *Streptococcus dysgalactiae* infection. *Journal of Dairy Research*, 70(4), 387–394.
- Rosini, R., & Margarit, I. (2015). Biofilm formation by *Streptococcus agalactiae*: influence of environmental conditions and implicated virulence factors. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 5, 6.
- Róžańska, H., Lewtak-Piłat, A., Kubajka, M., & Weiner, M. (2019). Occurrence of enterococci in mastitic cow's milk and their antimicrobial resistance. *Journal of Veterinary Research*, 63(1), 93.
- Saidi, R., Khelef, D., & Kaidi, R. (2010). Evaluation d'un test de dépistage précoce des mammites subcliniques des vaches. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 63(3–4), 57–61.
- Saidi, R., Khelef, D., & Kaidi, R. (2013). Bovine mastitis: prevalence of bacterial pathogens and evaluation of early screening test. *African Journal of Microbiology Research*, 7(9), 777–782.
- Scali, F., Camussone, C., Calvinho, L. F., Cipolla, M., & Zecconi, A. (2015). Which are important targets in development of *S. aureus* mastitis vaccine? *Research in Veterinary Science*, 100, 88–99.
- Shaheen, M., Tantary, H. A., & Nabi, S. U. (2016). A treatise on bovine mastitis: disease and disease economics, etiological basis, risk factors, impact on human health, therapeutic management, prevention and control strategy. *Advances in Dairy Research*, 1–10.

- Sharma, N., Singh, N. K., & Bhadwal, M. S. (2011). Relationship of somatic cell count and mastitis: An overview. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(3), 429–438.
- Simojoki, H., Hyvönen, P., Ferrer, C. P., Taponen, S., & Pyörälä, S. (2012). Is the biofilm formation and slime producing ability of coagulase-negative staphylococci associated with the persistence and severity of intramammary infection? *Veterinary Microbiology*, 158(3–4), 344–352.
- Smith, K. L., & Hogan, J. S. (1993). Environmental mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 9(3), 489–498.
- Taponen, S., & Pyörälä, S. (2009). Coagulase-negative staphylococci as cause of bovine mastitis—Not so different from *Staphylococcus aureus*? *Veterinary Microbiology*, 134(1–2), 29–36.
- Thomelin, R. (2009). Mammites-Cellules: Tous les conseils pour lutter efficacement. *GIE Élevage Des Pays de La Loire*, 57.
- Varhimo, E., Varmanen, P., Fallarero, A., Skogman, M., Pyörälä, S., Iivanainen, A., Sukura, A., Vuorela, P., & Savijoki, K. (2011). Alpha-and β -casein components of host milk induce biofilm formation in the mastitis bacterium *Streptococcus uberis*. *Veterinary Microbiology*, 149(3–4), 381–389.
- Vasudevan, P., Nair, M. K. M., Annamalai, T., & Venkitanarayanan, K. S. (2003). Phenotypic and genotypic characterization of bovine mastitis isolates of *Staphylococcus aureus* for biofilm formation. *Veterinary Microbiology*, 92(1–2), 179–185.
- Washburn, S. P., White, S. L., Green, J. T., & Benson, G. A. (2002). Reproduction, Mastitis, and Body Condition of Seasonally Calved Holstein and Jersey Cows in Confinement or Pasture Systems. *Journal of Dairy Science*, 85(1), 105–111. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74058-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74058-7)
- Weigel KA, S. G. (2018). Weigel KA, Shook GE. Genetic selection for mastitis

resistance. Vet Clin Food Anim Pract 2018;34:457-72. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.07.001>.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.07.001>

Zaatout, N., Ayachi, A., & Kecha, M. (2020). Epidemiological investigation of subclinical bovine mastitis in Algeria and molecular characterization of biofilm-forming *Staphylococcus aureus*. *Tropical Animal Health and Production*, 52(1), 283–292. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02015-9>

Zadoks, R. N., Allore, H. G., Hagensars, T. J., Barkema, H. W., & Schukken, Y. H. (2002). A mathematical model of *Staphylococcus aureus* control in dairy herds. *Epidemiology & Infection*, 129(2), 397–416.

Zeinhom, M. M. A., Abdel Aziz, R. L., Mohammed, A. N., & Bernabucci, U. (2016). Impact of Seasonal Conditions on Quality and Pathogens Content of Milk in Friesian Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(8), 1207–1213. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0143>

Zidane, N. (2019). *Fréquences des mammites subcliniques et leur impact sur la glande mammaire Et qualité du lait cru de la vache laitière dans les élevages bovins de la wilaya de Sidi Bel Abbés*. Université Ibn Khaldoun-Tiaret-.