

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département de biologie



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Microbiologie Appliquée
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Microbiologie appliquée
Thème

**Recherche de germes pathogènes majeurs responsables des
infections mammaires chez la vache laitière dans la région
d'Ain Témouchent**

Présenté Par :

1) Mlle MAHIMDA Ahlem

Devant le jury composé de :

Dr. ZIANE Mohammed

Dr. BENBLAID Fethi

Dr. BOUAMRA Mohammed

Pr UAT.B.B (Ain Témouchent)

M C A UAT.B.B (Ain Témouchent)

Pr UAT.B.B (Ain Témouchent)

Président

Examineur

Encadrant

Année Universitaire 2025/2026

Remerciements

Je remercie Dieu le tout puissant qui m'a donné la force, la patience ainsi que le courage afin de parvenir à achever ce travail. En premier lieu, je tiens à remercier vivement le professeur BOUAMRA Mohamed. Professeur, à université d'Ain Témouchent BELHADJ Bouchaïbe, Qui accepté d'être mon directeur de mémoire et accepté de superviser ce mémoire et m'a offert des conseils précieux. Votre expertise, votre enthousiasme et votre engagement envers ma réussite ont été une source d'inspiration tout au long de ce processus. Dieu le garde.

Nous tenons à remercier aussi :

Dr. ZIANE Mohammed, Professeur à université d'Ain Témouchent BELHADJ Bouchaïbe de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire .Hommages respectueux.

Dr. BENBLAID Fethi, MCA à université d'Ain Témouchent BELHADJ Bouchaïbe pour l'honneur qui m'a fait en acceptant d'être membre de jury. Sincères remerciements.

On adresse également nos sincères reconnaissances à tous les enseignants du département des Sciences de la Nature et de la Vie et du département de biologie qui ont participé à notre formation durant ce cursus.

Je tiens à remercier sincèrement Mr BEKHTI Mustapha, BELGAID Soumia, et tous les personnages de SARLE Hygiproc

Je voudrais exprimer ma gratitude envers ma famille pour leur soutien constant et leur encouragement indéfectible tout au long de mes études.

Votre amour, votre confiance ont été mes sources d'inspiration les plus profondes

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance envers mes collègues et mes amis qui ont soutenu et encouragé mes efforts tout au long de cette aventure académique. Votre soutien moral et vos discussions enrichissantes ont été d'une valeur inestimable pour moi

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A moi-même pour la persévérance, le courage et les efforts fournis tout au long de ce parcours

A ma chère mère et mon cher père, symboles d'amour et de sacrifice, qui n'ont cessé de m'encourager et de prier pour moi.

A mes sœurs Nessrine, Halima, Samiha et son marie Sofiane

A mes frères Nasser, Mohamed

Mes cousines Hadil, Rihem, mon cousin Fares

A mes petits anges Sandous, Abderrahmane, Mouade, Tassnime, Watine ma source de bonheur.

A mes amis Hanane, Narimen pour leur amitié sincère, leur aide précieuse et les beaux souvenirs partagés

A l'ensemble du personnel de SARL Hygiproc sans exception, pour leur accueil chaleureux et leur collaboration tout au long de ce travail.

A vous tous, je dédie ce mémoire avec tout mon amour et ma gratitude

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS

DÉDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

INTRODUCTION..... 1

PARTIE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1	Généralités sur les mammites	3
1.1	Définition.....	3
1.2	Symptomatologie de la mammite	3
2	Classification des mammites.....	4
2.1	Les mammites subcliniques.....	4
2.2	Les mammites cliniques	4
3	Importance des mammites	5
3.1	Impact économique des mammites.....	5
3.2	Impact des mammites sur la santé humaine	5
3.3	Impact des mammites sur la qualité du lait	6
3.4	Facteurs de risque des mammites	6
4	Les agents pathogènes responsables des mammites	7
4.1	Agents pathogènes majeurs	7
4.1.1	<i>Escherichia coli</i>	8
4.1.2	<i>Staphylococcus aureus</i>	8
4.1.3	<i>Streptococcus uberis</i>	9
4.1.4	<i>Streptococcus agalactiae</i>	9
4.1.5	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	9
4.1.6	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10
4.2	Agents pathogènes mineurs	10
4.2.1	<i>Corynebacterium bovis</i>	10
4.2.2	Les staphylocoques à coagulase négative (SCN)	11
4.2.3	<i>Micrococcus spp.</i>	11

4.2.4	<i>Bacillus spp.</i>	11
4.3	Autres agents mineurs	11
5	Le diagnostic des mammites	12
5.1	Diagnostic clinique	12
5.2	Diagnostic expérimental	12
5.2.1	Le Taux Cellulaire du Tank (TCT)	13
5.2.2	Comptage des cellules somatiques individuel (CCSI)	13
5.2.3	California Mastitis Test (CMT).....	14
5.2.4	Conductivité du lait	15
6	Traitement et prophylaxie des mammites	15
6.1	Critères de décision thérapeutique	16
6.2	Traitement des mammites cliniques	16
6.3	Traitement des mammites subcliniques.....	16
6.4	L'antibiorésistance dans le cadre des mammites.....	17
6.4.1	Les types de résistance	17
6.4.1.1	Résistance naturelle (intrinsèque).....	17
6.4.1.2	Résistances acquises	18
6.4.2	Mécanisme de résistance aux antibiotiques	18
7	Prévention des mammites	20
<i>PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE</i>		
8	Matériels et méthodes	21
8.1	Objectifs de l'étude.....	21
8.2	Dépistage des mammites subcliniques	22
8.2.1	Principe de test CMT.....	22
8.2.2	Lecture et interprétation	23
8.3	Prélèvements et analyse microbiologique	24
8.3.1	Prélèvement des échantillons de lait	24
8.3.2	Analyse microbiologique	25
8.3.2.1	Enrichissement.....	25
8.3.2.2	L'isolement.....	26
8.3.2.3	Identification biochimique.....	28
8.3.3	Antibiogramme.....	30
9	Résultats et discussion	32

9.1	Analyse descriptive des vaches laitières suivies.....	32
9.1.1	Répartition des vaches suivis selon la parité.....	32
9.1.2	Répartition des vaches selon la race.....	32
9.1.3	Répartition des vaches selon le stade de lactation.....	33
9.2	Résultats du CMT.....	33
9.2.1	Effet du stade de lactation sur les résultats du CMT.....	34
9.2.2	Effet du numéro de lactation sur les résultats du CMT.....	34
9.2.3	Effet de la race sur les résultats du CMT.....	35
10	Résultats de l'examen bactériologique.....	35
10.1	Prévalence des bactéries isolées lors de mammites subcliniques.....	35
11	Résultats des antibiogrammes.....	36
12	Discussions.....	38
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS		44
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>		

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Mécanismes de résistance	19
Tableau 2: Interprétation du Leucocytest selon les indications accompagnant le réactif	24
Tableau 3: les résultats de test TSI	29
Tableau 4: Profil de sensibilité des <i>Staphylococcus aureus</i> vis à vis les antibiotiques	36
Tableau 5: Profil de sensibilité d' <i>Escherichia Coli</i> vis à vis les antibiotiques	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Classification de la sévérité des mammites en fonction des signes cliniques.	5
Figure 2: Les facteurs épidémiologiques influençant la mammite, étiologie et la physiopathologie	7
Figure 3: Principaux mécanismes de résistance aux antibiotiques mis en place par les bactéries.....	19
Figure 4: Carte géographique de la Wilaya d'Ain Témouchent	22
Figure 5: Technique de réalisation du Californian Mastitis Test (CMT).....	23
Figure 6: Les échantillons du lait	25
Figure 7: Réalisation de l'enrichissement.	26
Figure 8: Répartition des vaches selon la parité.....	32
Figure 9: Répartition des vaches selon la race	32
Figure 10: Répartition des vaches selon le stade de lactation	33
Figure 11: Résultats du CMT par rapport aux vaches examinées.....	33
Figure 12: Effet du stade de lactation sur les résultats du CMT	34
Figure 13: Effet du numéro de lactation sur les résultats du CMT	34
Figure 14: Effet de la race sur les résultats du CMT	35
Figure 15: Prévalence des bactéries isolées lors de mammites subcliniques	36
Figure 16: Profil de sensibilité des <i>Staphylococcus aureus</i> vis à vis les antibiotiques.....	37
Figure 17: Profil de sensibilité d' <i>Escherichia Coli</i> vis à vis les antibiotiques.....	38

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BHIB : Brain heart infusion broth

MH : Muller Hinton

CMT : Test de mammite de Californie

TCT : Le taux cellulaires

TCM : Taux cellulaires moyen

CCSI : Le comptage cellulaire somatique individuel

AINS : Anti -inflammatoires non stéroïdiens

SCN : *Staphylocoque a coagulase Négative*

E.coli : *Escherichia coli*

S.aureus : *Staphylococcus aureus*

Str. : *Streptocoque*

K. : *Klebsiella*

TSI : Triple Sugar Iron

NMC: National Mastitis Council

CLSI: Clinical and Laboratory Standard Institute2011

QPG : Quartier postérieur gauche

QAG : Quartier antérieur gauche

QPD : Quartier postérieur droit

QAD : Quartier antérieur droit

LPS : lipopolysaccharides

TCT : Taux cellulaire du tank

CCSI : Concentration cellulaires somatiques individuelles

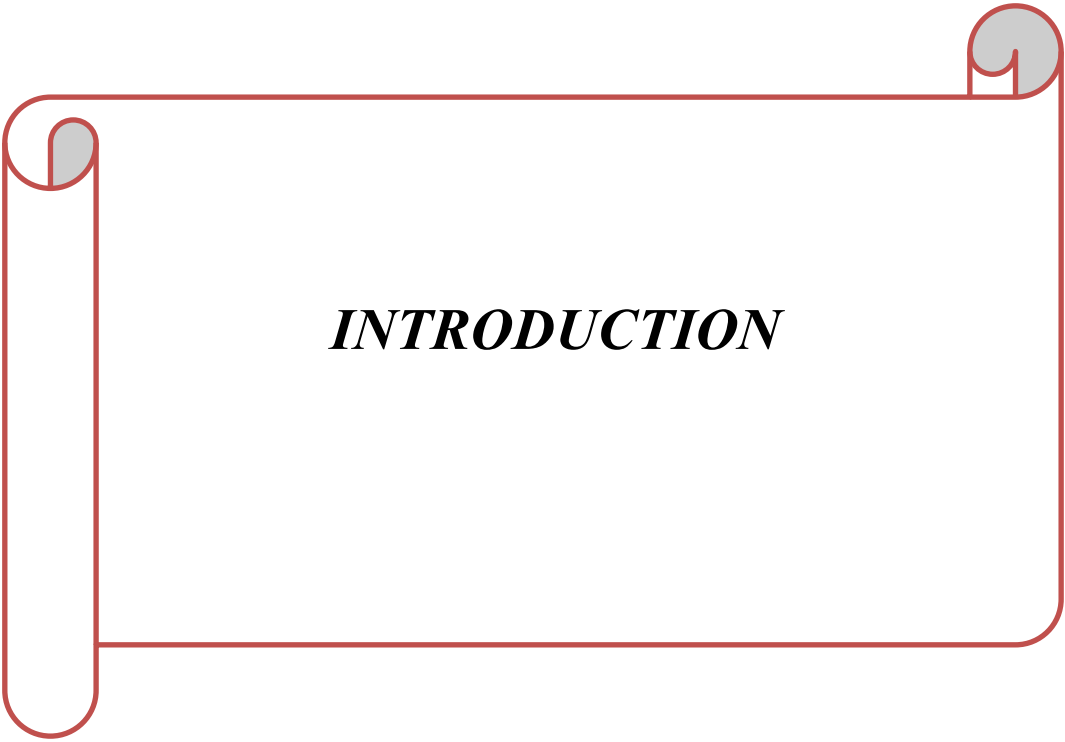
PNN : polynucléaires neutrophiles

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CA-SFM : Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie

CLSI: Clinical and Laboratory Standards Institute



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le lait et ses dérivés sont des sources les plus importantes de nutriments pour l'homme. Il occupe une place stratégique dans la ration alimentaire du citoyen. C'est pourquoi l'industrie laitière continue de se consolider en exploitations de plus grande taille. Cependant, ce secteur est confronté à des défis, notamment les exigences de responsabilité en matière de bien-être animal et de sécurité des produits. Dans ce contexte, l'identification des maladies est essentielle pour appréhender la nature multifactorielle de la quasi-totalité des maladies importantes chez les bovins laitiers et pour les redéfinir de manière plus large, afin d'y inclure les affections subcliniques, telles que la mammite bovine (**Roche, 2020 ; Leroy et al., 2021 ; Nguyen et al., 2022**). Les mammites représentent l'une des pathologies les plus meurtrières et les plus coûteuses auxquelles sont confrontés les éleveurs laitiers à travers le monde. Véritable fléau pour la production, elles sont à l'origine de pertes économiques considérables, d'une augmentation significative de la charge de travail pour les exploitants et d'une détérioration notable du bien-être animal. De plus, ces infections sont la principale raison de l'utilisation d'antibiotiques dans les élevages laitiers, contribuant ainsi aux défis croissants liés à l'antibiorésistance (**Kebbal et al., 2024 ; Tong et al. 2025 ; Bounoua et al., 2026**). Il s'agit de la première pathologie mondiale en termes d'incidence en élevage laitier. Elle est fréquemment signalée dans les élevages laitiers en Algérie, selon les études algériennes les plus récentes, la prévalence de la mammite varie de 39.51%, (**Hanis et al. 2025**) à 70.77% % (**Bounoua et al., 2026**).

La mammite bovine, définie comme l'inflammation de la glande mammaire. Les mammites peuvent être classées en mammites cliniques ou subcliniques selon l'intensité de l'inflammation. (**Ndahetuye et al., 2019**). Les bactéries responsables de la mammite sont divisées en 2 catégories selon leur mode d'infection. La première comprend des agents pathogènes contagieux tels que *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium bovis* et les *mycoplasmes*, qui se transmettent d'un animal à l'autre et provoquent une mammite infectieuse. Le second groupe comprend des agents pathogènes opportunistes et environnementaux responsables de la mammite environnementale ; ce groupe inclut diverses espèces, mais principalement des *coliformes*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* et *Enterococcus spp.* Les agents pathogènes peuvent également être divisés en groupes « majeurs » et « mineurs » en fonction de la fréquence de leur apparition et de l'évolution de l'infection (c'est-à-dire aiguë ou bénigne) (**Cobirka et al., 2020 ; Ashraf et Imran, 2020 ; Cadona-Hernandez et al., 2021**).

Contrôler les mammites en élevage demeure un défi sanitaire de premier plan. On les traite avec des antibiotiques à large spectre. Néanmoins, malgré une utilisation fréquente de ces antibiotiques, l'inefficacité du traitement est parfois observée, ce qui soulève logiquement des préoccupations quant à la montée de la résistance aux antibiotiques. De plus, la résistance bactérienne est devenue une menace croissante car les mécanismes de résistance se répandent à l'échelle mondiale. À ce jour, les traitements antibiotiques traditionnels entraînent facilement l'apparition de souches résistantes (**Peng et al., 2022 ; Vidal-Amaral et al., 2022; Bonardi et al., 2023**). Dans ce contexte l'objectif de cette étude a été de contribuer à la recherche de germes pathogènes majeurs responsables des infections mammaires chez la vache laitière dans la région d'Ain Témouchent

Les objectifs spécifiques assignés à cette étude sont :

- 1) déterminer la prévalence mammites subcliniques dans quelque élevage bovin laitier par un test Californian Mastitis Test (CMT) dans la wilaya d Ain-Temouchent,
- 2) Déterminer l'identité et la fréquence des germes pathogènes majeurs responsables de ces infections
- 3) Évaluer la sensibilité aux antibiotiques in vitro de ces germes isolés de lait de mammité.

A decorative orange border shaped like a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both featuring rounded ends and small grey circular accents.

PAPARTIE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1 Généralités sur les mammites

1.1 Définition

Une mammite se définit par une inflammation de la glande mammaire, touchant la plupart du temps un seul quartier (**Hanzen, 2015 ; Cobirka et al., 2020**). C'est une maladie multifactorielle de la glande mammaire des vaches laitières, qui se produit dans la majorité des vaches au moins une fois par an (**Hamann et al., 2010**). Chez la vache, elle est le plus souvent d'origine infectieuse mais peut parfois avoir une origine toxique ou traumatique. L'infection est dans la majeure partie des cas secondaire à une inoculation par le canal du trayon. Comme tout phénomène infectieux, une mammite fait intervenir trois acteurs : la bactérie, l'hôte et l'environnement. Cependant, la majorité des cas sont infectieux et généralement causés par des bactéries (et de manière plus rare par des levures, des algues unicellulaires ou des virus). En médecine vétérinaire, la mammite est considérée comme l'une des maladies les plus courantes et économiquement importante affectant les troupeaux laitiers à travers le monde (**El-Ashker et al., 2015, Sharun et al., 2021**).

La définition de la mammite repose aussi sur le nombre de cellules somatiques du premier jet de lait du quartier. Les critères de définition de la mammite ont changé à partir d'un seuil de cellules somatiques de 500.000 cellules par ml, avec ou sans détection des agents pathogènes, fixés par la Fédération internationale de l'industrie laitière en 1967, au seuil courant de 100.000 cellules par ml. Le degré de gravité est clinique ou subclinique, l'évolution est chronique, aiguë ou suraiguë, la terminaison c'est-à-dire la guérison apparente ou réelle ou la mort de l'animal (**Markey et al., 2013 ; Hanzan, 2015**). Cette sévérité dépend notamment de la nature de l'agent pathogène, de l'âge et de la race de l'animal, de son statut immunitaire ou encore de son stade de lactation (**Srivastava et al., 2015, Mudaliar, 2018**).

1.2 Symptomatologie de la mammite

On distingue trois types de symptômes (**Hanzen, 2015**) :

- **Généraux** : la présence des modifications telles que perte de l'appétit, absence de la fièvre ou de rumination sont les signes d'une intoxication.
- **Locaux** : observés au niveau de la mamelle avec des signes de l'inflammation (rougeur, tuméfaction, douleur et chaleur), atrophie d'un quartier

- **Fonctionnels** : Observation des modifications macroscopiques de quantité et de qualité du lait et/ou des modifications microscopiques telles que les concentrations en germes ou en cellules.

2 Classification des mammites

Il est possible de classer les mammites en fonction de leur épidémiologie : on parle de modèle d'environnement (opportuniste), de modèle contagieux (de traite) et de modèle d'association. Les mammites peuvent aussi être classées en clinique et subclinique en fonction des symptômes inflammatoires associés (**Sharun et al., 2021**).

2.1 Les mammites subcliniques

Les mammites subcliniques, sont insidieuses et caractérisées par une absence de signes cliniques (asymptomatiques). Les animaux atteints ne présentent ni symptômes fonctionnels (pas de modification du lait), ni symptômes locaux (pas de signes externes d'inflammation), ni symptômes généraux. L'inflammation due à l'infection s'accompagne essentiellement par une augmentation de la concentration en cellules somatiques dans le lait du quartier infecté, représentées par des leucocytes, des neutrophiles, des macrophages et des cellules épithéliales, particulièrement les polynucléaires neutrophiles, et par une modification de la composition chimique du lait (baisse des taux de caséine et de lactose, augmentation des taux d'électrolytes). (**Bosquet et al., 2013 ; Desert et Riou, 2014 ; Srivastava et al., 2015**).

2.2 Les mammites cliniques

La mammite clinique est une infection de la glande mammaire qui se manifeste par des symptômes cliniques fonctionnels et locaux observables, et en particulier l'aspect anormal du lait, sa texture et dans la quantité produite (**Bosquet et al., 2005**). Ce qui permet de définir des niveaux de mammites, la mammite clinique de grade **1** se manifeste par une altération de la texture du lait. La mammite clinique sera classée en grade **2** lorsque des signes cliniques d'inflammation du quartier (gonflement, chaleur, douleur,) sont associés à une altération du lait, mais sans altération de l'état général de l'animal. La mammite clinique de grade **3** sera caractérisée par une modification du lait, une inflammation du quartier et une perte de poids (**Rainard et Gilbert, 2010, Durel et al., 2011**). Les mammites cliniques peuvent donc se classer en différentes catégories en fonction de leurs signes cliniques (figure 1) (**Cobirka et al., 2020**).

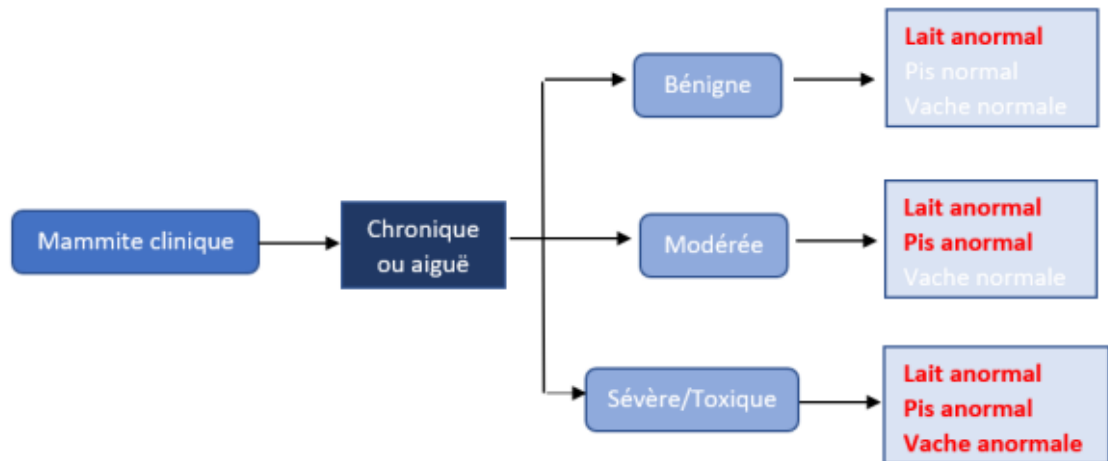


Figure 1: Classification de la sévérité des mammites en fonction des signes cliniques (Cobirka et *al.*, 2020).

3 Importance des mammites

3.1 Impact économique des mammites

Les mammites représentent une contrainte économique majeure pour les exploitations laitières, en raison des pertes directes et indirectes qu'elles provoquent une diminution significative de la production laitière due à l'inflammation de la glande mammaire, pouvant entraîner une baisse durable du rendement même après guérison. À cela s'ajoutent les coûts liés aux traitements vétérinaires (antibiotiques, consultations, main-d'œuvre), ainsi que les pertes dues à l'élimination du lait contaminé pendant et après le traitement. Les cas chroniques conduisent souvent à la réforme prématurée des vaches, ce qui affecte le potentiel génétique du troupeau et nécessite des dépenses supplémentaires pour le renouvellement. Par ailleurs, la dégradation de la qualité du lait peut entraîner des pénalités économiques imposées par les laiteries. Les mammites subcliniques, bien que moins visibles, sont les plus fréquentes et responsables d'une grande partie des pertes économiques globales, ce qui fait de cette pathologie l'une des plus coûteuses dans l'industrie laitière mondiale (Shaheen et *al.*, 2015 ; Kibebew, 2017 ; Paramasivam et *al.*, 2023).

3.2 Impact des mammites sur la santé humaine

Les mammites constituent un problème important de santé publique en raison des risques associés à la consommation de lait contaminé. En effet, certaines bactéries responsables de mammites, telles que *staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, peuvent être

transmises à l'homme, notamment par le lait cru ou insuffisamment pasteurisé, provoquant des infections ou des intoxications alimentaires. De plus, le lait issu de vaches infectées peut contenir des toxines bactériennes dangereuses pour le consommateur. L'utilisation fréquente d'antibiotiques dans le traitement des mammites peut également entraîner la présence de résidus médicamenteux dans le lait, ce qui constitue un risque pour la santé humaine, notamment en provoquant des réactions allergiques ou des déséquilibres de la flore intestinale. Par ailleurs, cette utilisation excessive ou inappropriée d'antibiotiques favorise l'émergence des bactéries résistantes, contribuant au phénomène mondial d'antibiorésistance, considéré comme une menace majeure pour la santé publique. Ainsi, la mammité s'inscrit dans une approche << One Health >>, reliant la santé animale, humaine et environnementale (Mirinda et *al.*, 2019 ; Aquib et *al.*, 2021 ; Paramasivam et *al.*, 2023).

3.3 Impact des mammites sur la qualité du lait

Les mammites altèrent profondément la qualité du lait sur les plans physico-chimique, microbiologique et technologique. Elles entraînent une augmentation du nombre de cellules somatiques, indicateur clé de l'inflammation mammaire et essentiel d'évaluation de la qualité du lait. Cette pathologie modifie également la composition du lait, en provoquant une diminution des protéines, du lactose et de la matière grasse, ainsi qu'une augmentation de certains ions et enzymes, ce qui réduit sa valeur nutritionnelle. En outre, le lait provenant de vaches atteintes de mammites est souvent contaminé par des micro-organismes pathogènes, ce qui le rend impropre à la consommation sans traitement adéquat. Les propriétés organoleptiques du lait sont également altérées, avec des changements de goût, d'odeur et de texture (lait plus aqueux ou grumeleux). Ces modifications ont un impact négatif sur la transformation industrielle du lait, notamment en diminuant le rendement fromager et la qualité des produits dérivés. Par conséquent, les mammites constituent un facteur déterminant de la dégradation de la qualité globale du lait (Cha et *al.*, 2011 ; Kibebew, 2017, Paramasivam et *al.*, 2023).

3.4 Facteurs de risque des mammites

Les facteurs de risque ne sont pas tout à fait les mêmes pour les mammites à réservoir environnemental et les mammites à réservoir mammaire. Connaître les facteurs de risque est indispensable pour prévenir au mieux le risque d'apparition des mammites. Les mammites bovines sont influencées par plusieurs facteurs interdépendants touchant l'animal, son

environnement et les pratiques d'élevage. Ces facteurs modulent la susceptibilité à l'infection, la sévérité de la maladie, ainsi que sa propagation au sein du troupeau (Diwakar *et al.*, 2020 ; Mekonnen *et al.*, 2017).

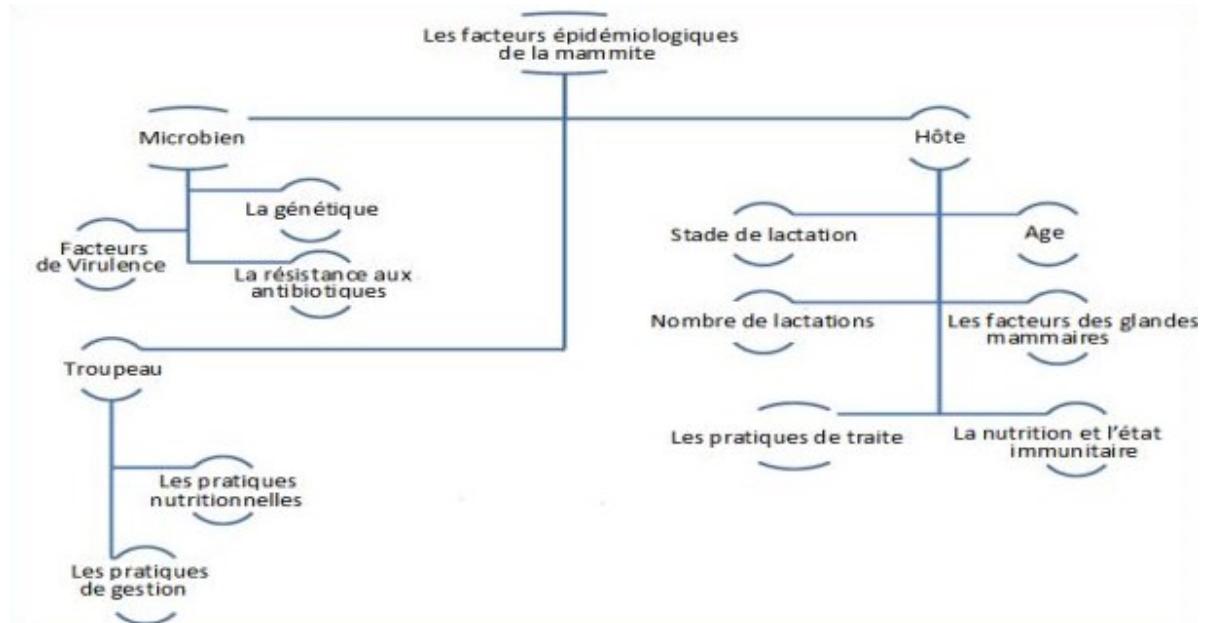


Figure 2: Les facteurs épidémiologiques influençant la mammite, étiologie et la physiopathologie (Contreras *et al.*, 2011)

4 Les agents pathogènes responsables des mammites

Les mammites infectieuses bovines sont principalement causées par des bactéries. Habituellement, une seule espèce bactérienne est à l'origine de l'infection, mais parfois, deux espèces peuvent être impliquées. Les agents pathogènes responsables de mammites peuvent être classés en deux catégories, les agents pathogènes majeurs et les agents pathogènes mineurs.

4.1 Agents pathogènes majeurs

Elles sont appelés majeurs du fait leur importance tant économique qu'épidémiologie. Les agents pathogènes majeurs sont responsables des mammites cliniques les plus sévères. Ils se caractérisent par une forte virulence, une capacité d'invasion des tissus mammaires et un impact important sur la production laitière (Poutrel, 2008).

Cinq espèces bactériennes sont responsables à elles seules de 90% des infections mammaires sont principalement causées par des *staphylocoques* et des *streptocoques* donc par

des bactéries à Gram-positif. *S. aureus* et *S. agalactiae* et *S. uberis* constituent les deux germes les plus souvent rencontrés dans les mammites subcliniques (**Bradley et al., 2002 ; Ovioldo-Boyso et al., 2007**) .

4.1.1 *Escherichia coli*

Escherichia. Coli, également appelé colibacille appartient à la famille des Entérobactéries. *Escherichia coli* est une bactérie Gram négatif appartenant à la flore intestinale des bovins, considérée comme l'un des principaux agents environnementaux responsables de mammites aiguës. La contamination de la glande mammaire survient principalement à partir de l'environnement (fèces, litière humide, eau souillée), notamment lorsque les conditions d'hygiène sont déficientes. Cette bactérie se caractérise par la production de lipopolysaccharides (LPS), responsables d'une réponse inflammatoire intense pouvant conduire à des formes cliniques graves, voire à un choc endotoxinique. Les mammites à

E. coli se manifestent par un lait aqueux, parfois hémorragique, accompagné de signes généraux tels que la fièvre, la dépression et la chute brutale de la production laitière. Bien que souvent de courte durée, ces infections peuvent entraîner une morbidité élevée. La prévention repose essentiellement sur la maîtrise de l'hygiène de l'environnement et des pratiques de traite (**Bradley, 2002 ; Radostits et al., 2007 ; Mekonnen et al., 2017**).

4.1.2 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est une bactérie Gram positif, classée parmi les agents contagieux majeurs des mammites bovines. Sa transmission se fait principalement lors de la traite, par contact avec du matériel ou des mains contaminés. Ce pathogène possède de nombreux facteurs de virulence, notamment la production de toxines, la capacité d'adhésion aux tissus mammaires et la formation de biofilms, lui permettant d'échapper aux défenses immunitaires de l'hôte. Il est responsable d'infections chroniques, souvent subcliniques au départ, mais pouvant évoluer vers des formes cliniques récidivantes. La formation d'abcès dans le tissu mammaire limite la diffusion des antibiotiques, rendant les traitements souvent inefficaces. De plus, la résistance aux antibiotiques constitue un problème majeur dans la gestion de ces infections. Ainsi, le contrôle de *S. aureus* repose sur des mesures rigoureuses

d'hygiène de traite, l'isolement des animaux infectés et la réforme des cas chroniques (**Halasa et al., 2007 ; Blowey et al., 2010**).

4.1.3 *Streptococcus uberis*

Streptococcus uberis est une bactérie Gram positif d'origine environnementale, largement répandue dans les litières, les déjections et les sols des exploitations laitières. Elle constitue l'un des agents les plus fréquemment impliqués dans les mammites cliniques et subcliniques, notamment en période de tarissement et de début de lactation. Cette bactérie possède des mécanismes lui permettant de survivre dans la glande mammaire et d'échapper partiellement aux défenses immunitaires, favorisant ainsi des infections persistantes. Les manifestations cliniques incluent une altération du lait (présence de flocons) et une augmentation du nombre de cellules somatiques. Contrairement à d'autres agents majeurs, *S. uberis* répond généralement bien aux traitements antibiotiques lorsqu'ils sont administrés précocement. La prévention repose sur une gestion rigoureuse de l'hygiène des logettes et du couchage (**Bradley, 2002 ; Fox, 2009**).

4.1.4 *Streptococcus agalactiae*

Streptococcus agalactiae est un agent pathogène Gram positif strictement adapté à la glande mammaire, ce qui en fait une pathogène contagieuse typique. Sa transmission se fait quasi exclusivement lors de la traite, et il ne survit que très peu dans l'environnement extérieur. Il est principalement responsable de mammites subcliniques caractérisées par une augmentation importante du nombre de cellules somatiques et une diminution progressive de la production laitière. Toutefois, des formes cliniques peuvent également être observées avec des modifications visibles du lait. Un avantage majeur dans la gestion de ce pathogène réside dans sa sensibilité aux antibiotiques, permettant une éradication relativement efficace au niveau du troupeau à condition d'appliquer des mesures sanitaires strictes, notamment le traitement collectif et le contrôle de la traite (**Radostits et al., 2007 ; Halasa et al., 2007**).

4.1.5 *Streptococcus dysgalactiae*

Streptococcus dysgalactiae est, comme *S. uberis* et *S. agalactiae*, une coque Gram positif, α hémolytique. Streptocoque appartenant au groupe sérologique C dans la classification de Lancefield, cette bactérie présente plusieurs facteurs de virulence favorisant

le développement d'une infection persistante. Plusieurs facteurs de virulence déjà cités précédemment (fibrinolysine, hyaluronidase, capsule) ont également été décrits pour *S. dysgalactiae*. La bactérie présente également la capacité d'interagir avec de nombreuses protéines de l'hôte (IgG, albumine, α -2 macroglobuline, fibronectine) (Calvinho et al., 1998).

4.1.6 *Klebsiella pneumoniae*

Klebsiella pneumoniae est une bactérie Gram négatif opportuniste, appartenant à la famille des entérobactéries, et associée aux environnements riches en matière organique, notamment les litières à base de sciure de bois humide. Elle est responsable de mammites sévères, souvent aiguës, caractérisées par une inflammation intense de la mamelle et des signes systémiques graves. Le lait des quartiers infectés est généralement épais, visqueux et malodorant. Comme *E. coli*, cette bactérie produit des endotoxines capables d'induire des réactions inflammatoires sévères et un état de choc. Les infections à *Klebsiella* sont associées à un pronostic défavorable, avec un taux de mortalité plus élevé. La prévention repose essentiellement sur une gestion adéquate de la litière, en maintenant des conditions propres et sèches (Bradley, 2002 ; Radostits et al., 2007).

4.2 Agents pathogènes mineurs

Les agents pathogènes mineurs sont généralement associés à des mammites subcliniques, avec peu de signes visibles mais une augmentation du nombre de cellules somatiques. Leur virulence est faible, mais ils constituent des indicateurs importants de l'hygiène d'élevage (Poutrel, 2008).

4.2.1 *Corynebacterium bovis*

Corynebacterium bovis est une bactérie Gram positif qui colonise principalement le canal du trayon. Il s'agit d'un agent contagieux mineur, transmis lors de la traite. Les infections qu'il provoque sont généralement subcliniques et caractérisées par une augmentation modérée des cellules somatiques sans signes visibles. Cette bactérie est souvent considérée comme un indicateur de l'hygiène de traite. Par ailleurs, certaines études suggèrent qu'elle pourrait exercer un effet protecteur en empêchant la colonisation par des agents pathogènes majeurs, en occupant les niches écologiques du trayon (Pyörälä et al., 2009).

4.2.2 Les staphylocoques à coagulase négative (SCN)

Les staphylocoques à coagulase négative constituent un groupe hétérogène de bactéries Gram positif, incluant notamment *Staphylococcus epidermidis* et *Staphylococcus chromogenes*. Ils font partie de la flore normale de la peau des trayons et sont considérés comme des agents opportunistes. Les infections sont généralement subcliniques, avec une faible réponse inflammatoire, mais leur prévalence est en augmentation dans les élevages modernes. Ils provoquent une élévation modérée des cellules somatiques et peuvent persister dans la glande mammaire. Leur importance croissante en pathologie mammaire justifie une attention particulière dans les programmes de contrôle des mammites (Pyörälä et al., 2009 ; Fox, 2009).

4.2.3 Micrococcus spp.

Les bactéries du genre *Micrococcus* sont des cocci Gram positif présents sur la peau et dans l'environnement. Elles sont rarement impliquées dans des infections mammaires significatives et sont considérées comme des agents de faible virulence. Les mammites associées sont généralement subcliniques et transitoires, sans impact notable sur la production laitière. Leur présence est souvent liée à des conditions d'hygiène moyennes et n'est généralement pas associée à des conséquences économiques importantes (Radostits et al., 2007).

4.2.4 Bacillus spp.

Les espèces du genre *Bacillus* sont des bactéries Gram positif sporulées présentes dans le sol, la poussière et les aliments pour animaux. Elles peuvent occasionnellement contaminer la mamelle, notamment en cas de mauvaises conditions d'hygiène. Les infections sont généralement rares et peu sévères, mais certaines espèces peuvent produire des toxines pouvant induire une légère inflammation. Leur rôle dans les mammites reste secondaire, mais leur présence témoigne souvent d'un défaut de gestion de l'environnement (Blowey & Edmondson, 2010).

4.3 Autres agents mineurs

D'autres micro-organismes peuvent être impliqués de manière occasionnelle dans les mammites bovines, notamment les levures (*Candida spp.*), souvent associées à des

traitements antibiotiques prolongés, ainsi que les algues du genre *Prototheca*, responsables de mammites chroniques difficiles à traiter. Les entérocoques (*Enterococcus spp.*) peuvent également être isolés, généralement dans des infections subcliniques. Bien que leur fréquence soit faible, ces agents peuvent devenir problématiques dans des conditions d'élevage défavorables ou en cas de déséquilibre de la flore mammaire (Fox, 2009 ; Pyörälä et al., 2009).

5 Le diagnostic des mammites

Le diagnostic des mammites en élevage bovin laitier constitue une étape essentielle pour assurer la santé des animaux, améliorer la qualité du lait et limiter les pertes économiques. Il permet de détecter précocement les infections mammaires, d'évaluer leur gravité et d'orienter les mesures thérapeutiques et préventives. Cette démarche repose sur deux approches complémentaires : le diagnostic clinique et le diagnostic expérimental (Radostits et al., 2007 ; Ruegg, 2017).

5.1 Diagnostic clinique

Le diagnostic clinique des mammites bovines repose sur l'observation directe de la mamelle et du lait lors de la traite. Les mammites cliniques se caractérisent par des signes locaux d'inflammation tels que la chaleur, la douleur à la palpation, la rougeur et l'œdème de la mamelle, traduisant une réaction inflammatoire du tissu mammaire. L'examen du lait révèle des anomalies visibles comme la présence de grumeaux, de flocons, un aspect aqueux ou une coloration anormale (jaunâtre, brunâtre ou sanguinolente). Dans les formes sévères, des signes généraux peuvent apparaître, notamment la fièvre, l'abattement, la baisse de l'appétit et une diminution importante de la production laitière, indiquant une atteinte systémique (Radostits et al., 2007 ; Bradley, 2002). Cependant, cette approche reste limitée, car elle ne permet pas de détecter les mammites subcliniques ni d'identifier l'agent pathogène responsable (Ruegg, 2017).

5.2 Diagnostic expérimental

Le diagnostic expérimental regroupe les méthodes permettant de détecter les mammites, en particulier les formes subcliniques, en analysant les modifications cellulaires et biochimiques du lait (Pyörälä, 2003).

5.2.1 Le Taux Cellulaire du Tank (TCT)

Le Taux Cellulaire du Tank (TCT) est une méthode donne une idée de la situation sanitaire du troupeau laitier. Il correspond en quelque sorte à une moyenne des Concentrations Cellulaires Somatiques Individuelles (CCSI) des vaches du troupeau. Basée sur les modifications des protéines du lait lors d'une inflammation mammaire. En cas de mammite, la diminution de la caséine et l'augmentation des protéines sériques entraînent une instabilité du lait, favorisant sa coagulation ou la formation de flocons. À partir d'un échantillon de lait prélevé directement à la sortie du tank, et est réalisé au minimum légal d'une fois par mois ; une détermination hebdomadaire (étant préférable) est souvent privilégiée par les laiteries (Noireterre, 2006). L'analyse des cellules somatiques donne à l'éleveur une idée du nombre de quartiers infectés dans son troupeau. Ainsi, au seuil de 200 000 cellules/ml de lait on considère que 3 à 7% des quartiers sont infectés ; à 400 000 cellules/ml, 8 à 12%, et au-delà de 800 000 cellules/ml, 20 à 25%. Suite à ces résultats, l'éleveur peut décider d'une recherche plus approfondie par l'intermédiaire des CCSI, qui lui permettront de repérer les vaches en situation de mammites subcliniques et d'envisager des mesures correctives. (Noireterre, 2006 ; Remy, 2010).

5.2.2 Comptage des cellules somatiques individuel (CCSI)

Le Comptage Cellulaire Somatique Individuelle correspond à la moyenne des taux cellulaires somatiques (cellules épithéliales mammaires, macrophages, PNN et lymphocytes) présentes dans le lait de mélange des quatre quartiers. Ces données sont disponibles suite au contrôle laitier et permettent un suivi mensuel des CCSI de chaque vache d'un troupeau, les CCSI sont uniquement fournis aux adhérents au contrôle laitier, à raison d'une fois par mois, à partir d'un échantillon de lait. Les laboratoires reconnus procèdent à l'analyse par Fossomatic®, une technique de cytométrie en flux. Un agent intercalant, le bromure d'éthidium, est ajouté à l'échantillon de lait qui est ensuite soumis à une longueur d'onde comprise entre 450 et 530 nm. Les noyaux des cellules du lait deviennent alors fluorescents, ce qui permet leur comptage. Ce procédé automatisé permet l'analyse de 500 échantillons/heure, et est très proche de celui utilisé pour la mesure des TCT. Ce type de mesure a un inconvénient majeur : la dilution des cellules somatiques. En effet, le comptage s'effectue sur un lait de mélange des 4 quartiers. Ainsi, la présence d'un comptage élevé sur un quartier peut être masquée si les trois autres quartiers ont un comptage bas. Par exemple, si une vache a un CCSI de 50 000 cellules/mL sur trois quartiers et que le quatrième quartier a

un CCSI de 450 000 cellules/mL alors la moyenne sera de 150 000 cellules/mL. Donc le quartier ayant probablement une mammites n'est pas détectable avec ce type de comptage. Ainsi un CCSI élevé permet de conclure à une probable infection mais un CCSI bas ne permet pas d'exclure une infection (**Durel et al., 2003 ; Noireterre, 2006 ; Pezon et Gremy, 2015**).

Actuellement le contrôle laitier classe les animaux en trois catégories

- 1) Une vache est considérée comme « saine » lorsque l'ensemble de ses CCSI est inférieur à 300 000 cellules/mL.
- 2) Une vache infectée : au moins deux des cinq derniers contrôles sont supérieurs à 800 000
- 3) Une vaches considérées comme « douteuses » lorsque présentant au moins une fois dans l'année un CCSI supérieur à 300 000 cellules/mL

Ces données permettent de faire le bilan des CCSI au cours des mois passés. Elles sont utiles pour identifier les vaches réservoirs d'infection, pour suivre et contrôler l'évolution des infections dans le troupeau (**Serieys, 1985**).

5.2.3 California Mastitis Test (CMT)

Test (CMT), c'est un test très simple, facile, rapide, directement réalisable en salle de traite par l'éleveur et peu onéreux. Le test CMT est également appelé test au teepol ® ou Leucocytest. Le résultat est lisible à l'œil nu et n'est donc pas quantitatif contrairement au TCT et aux CCSI (**Dudouet, 2004 ; Salat, 2014**). Il permet d'évaluer semi-quantitativement les cellules somatiques présentes dans le lait. Il permet de détecter les mammites subcliniques et d'identifier le(s) quartier(s) atteint(s) lors d'une augmentation de la concentration en cellules somatiques. Le CMT est largement utilisé en raison de sa simplicité et de son faible coût, mais il reste subjectif et dépend de l'expérience de l'opérateur (**Quinn et al., 2011 ; Rossi et al., 2018**).

Ce test utilise un réactif composé d'un détergent (solution de Teepol à 10%) et d'un colorant (pourpre de bromocrésol) qui est un indicateur de pH. Lors du mélange lait/réactif, les noyaux cellulaires éclatent et il y a une floculation de l'ADN, ce qui est à l'origine d'une augmentation de la viscosité. Ainsi, plus il y a de cellules somatiques dans le lait (polynucléaires neutrophiles et macrophages en cas d'infection), plus le mélange sera épais et

visqueux. Le changement de couleur indique une variation du pH du lait et donc le degré d'inflammation. A condition, ce test ne peut pas être réalisé lors des 3 à 4 premiers jours de lactation car il y a une émission massive de cellules épithéliales dans le colostrum, plus particulièrement chez les primipares, ce qui nuit à l'appréciation du test. De plus, en cours de lactation, un résultat négatif ou faible n'exclut pas une infection (**Sérieys, 1985 ; Durel et al., 2003**).

5.2.4 Conductivité du lait

Ce test repose sur les variations de conductivité du lait lors d'infections mammaires. La conductivité électrique du lait est une méthode indirecte basée sur les modifications ioniques associées à l'inflammation mammaire. En cas de mammite, l'augmentation de la perméabilité des membranes entraîne une élévation des concentrations en sodium et en chlorure, et une diminution du potassium, ce qui augmente la conductivité du lait. Cette technique est particulièrement utile dans les systèmes automatisés de traite pour la détection précoce des anomalies. Toutefois, elle peut être influencée par divers facteurs physiologiques, ce qui limite sa spécificité (**Pyörälä, 2003 ; Norberg, 2005**). Il faut donc être prudent lors de l'interprétation de ces variations de conductivité (**Labbe, 2019**).

6 Traitement et prophylaxie des mammites

La gestion des mammites en élevage passe beaucoup par la prévention mais il ne faut pas négliger le traitement, qui limite les rechutes, les récurrences ainsi que la transmission de l'infection au sein du troupeau. Le traitement des mammites bovines représente un enjeu majeur en médecine vétérinaire, tant sur le plan de la santé animale que de la rentabilité des élevages laitiers à l'échelle mondiale. Les mammites constituent la maladie la plus fréquente et la plus coûteuse des élevages laitiers, justifiant une prise en charge thérapeutique rigoureuse et raisonnée. Un traitement adapté et précoce est indispensable pour limiter les pertes économiques, préserver la productivité des animaux et éviter l'émergence de résistances aux antibiotiques (**Sérieys, 1985 ; Pyörälä, 2009**). Le choix thérapeutique dépend de plusieurs facteurs : la forme clinique de la mammite (subclinique, aiguë, suraiguë ou chronique), l'agent pathogène identifié, le stade de lactation, et les données de l'antibiogramme.

6.1 Critères de décision thérapeutique

La décision de traiter une mammite, et le choix du protocole, reposent sur une évaluation clinique rigoureuse. Les critères pris en compte sont :

- La sévérité des signes cliniques (score clinique de 1 à 3).
- Le quartier ou les quartiers atteints.
- L'identification bactériologique du germe pathogène responsable.
- Les résultats de l'antibiogramme (sensibilité aux antibiotiques).
- Le stade de lactation (mammite en lactation ou en tarissement).
- L'historique clinique de l'animal (mammites récidivantes).
- Les contraintes réglementaires liées aux délais d'attente des médicaments utilisés.

6.2 Traitement des mammites cliniques

Le soin des mammites cliniques associées à des symptômes généraux commence par la prise en charge du choc grâce à l'administration de fluides, la rectification d'éventuels déséquilibres électrolytiques et l'utilisation d'un anti-inflammatoire (de préférence un AINS). L'administration d'antibiotiques est réalisée par voie diathélique (c'est-à-dire par intramammaires), avec une large couverture Gram positif et Gram négatif, généralement pour combattre les infections secondaires liées à une bactériémie. Selon **Bosquet et al. (2013)**, les mammites cliniques présentant des signes généraux requièrent une prise en charge initiale la plus efficace possible pour éviter leur progression vers une septicémie et le décès de l'animal.

6.3 Traitement des mammites subcliniques

Les mammites subcliniques ne mettent pas immédiatement en danger la vie de la vache, ce qui permet d'attendre les résultats de la bactériologie avant d'initier un traitement. L'identification du germe en cause est d'autant plus cruciale que ces mammites sont souvent liées à des infections chroniques. L'administration d'un traitement intramammaire n'est donc pas forcément judicieuse au vu de la potentielle fibrose étendue et du micro abcès potentiellement formés dans le parenchyme mammaire. L'utilisation de macrolides par voie générale et de β -lactamines par voie intra-mammaire donnent de bons résultats. Selon une étude, les taux de guérison atteignent 70 à 90%. Selon **Bergonier (2014)**. Les principales molécules utilisées en première intention appartiennent à la famille des Pénicillines A comme

l'amoxicilline ou l'ampicilline. Toutefois, le choix de l'oxytétracycline, des triméthoprime-sulfaméthoxazole peut être judicieux pour traiter les vaches atteintes d'une mammites colibacillaire (Wagner et Erksine 2006).

6.4 L'antibiorésistance dans le cadre des mammites

La résistance aux antibiotiques est un terme relatif puisqu'il existe de nombreuses définitions en fonction du critère sur lequel on se base (génétique, biochimique, microbiologique ou clinique) (Muylaert et al., 2012). L'antibiorésistance correspond à la capacité d'une bactérie à résister à l'action d'un antibiotique. Selon Savic (2018), l'antibiorésistance désigne l'ensemble des mécanismes d'adaptation utilisés par les bactéries pour échapper aux antibiotiques. En pratique, elle se traduit par une infection qui ne répondra pas à un traitement pourtant adapté (Arquembourg, 2017). En microbiologie clinique, la résistance est définie par rapport à des valeurs seuils (breakpoints) établies par des comités d'experts tels que le Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM) ou le Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Une bactérie est dite résistante lorsque la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) dépasse le seuil critique défini pour l'antibiotique testé (CLSI, 2022 ; EUCAST, 2023).

La première résistance aux antibiotiques aux molécules de la famille des sulfamides a été détectée chez des bactéries dès 1940. Chabbert a fourni la définition générale et synthétique de l'antibiorésistance suivante : Une souche est dite résistante à un antibiotique lorsqu'une modification de son capital génétique lui permet de tolérer des concentrations d'antibiotique nettement plus élevées que celles qui inhibent la croissance in vitro de la majorité des autres souches de la même espèce, dites sensibles» (Sébastien, 2019).

6.4.1 Les types de résistance

Il existe deux types de résistance portée par la bactérie, les résistances naturelles ou intrinsèques et les résistances acquises qui sont beaucoup plus fréquentes.

6.4.1.1 Résistance naturelle (intrinsèque)

La résistance naturelle est une caractéristique constitutive et stable d'une espèce bactérienne. Elle est indépendante de toute exposition préalable à l'antibiotique et dites également résistance innée ou intrinsèque est constante à l'intérieur du taxon, c'est-à-dire qu'elle est transmise à la descendance, est encodée dans le chromosome bactérien. Elle définit

le spectre d'activité naturel de chaque antibiotique et doit être systématiquement prise en compte lors du choix thérapeutique (**Leclercq et al., 2013**).

On parle de résistance naturelle lorsque toutes les souches d'une même espèce bactérienne sont insensibles au mode d'action de l'antibiotique (**Veyssiere, 2019**). Ce phénomène de résistance est possible notamment grâce à des particularités structurales s'opposant à l'action de l'antibiotique sur sa cible (par exemple, les mycoplasmes par leur absence de paroi sont insensibles aux bêta lactamines), une expulsion de l'antibiotique par des pompes à efflux chromosomiques et une inactivation enzymatique innée de l'antibiotique (**Veyssiere, 2019 ; Yao, 2019**).

6.4.1.2 Résistances acquises

La résistance acquise se caractérise donc par l'apparition subite d'une résistance à un ou plusieurs antibiotiques chez certaines bactéries qui étaient auparavant sensibles (**Veyssiere 2019**). La résistance acquise survient chez des souches initialement sensibles à un antibiotique y deviennent résistantes. Elle se définit comme une caractéristique propre à quelques souches bactériennes d'un genre ou d'une espèce particulière provoquant soit des mutations chromosomiques spontanées (résistance mutationnelle), (**Yao, 2019**). Soit de l'acquisition de gènes de résistance portés par des éléments génétiques mobiles (plasmides, transposons, intégrons) via des mécanismes de transfert horizontal (**Rebiahi, 2012 ; Schwarz et al., 2017 ; Cazaubon, 2018**). Ainsi, par exemple chez *S. aureus*, l'acquisition du gène *mecA* induit la synthèse de protéines liant les pénicillines conférant une résistance à l'ensemble des B-lactamines (**Ivain, 2017**).

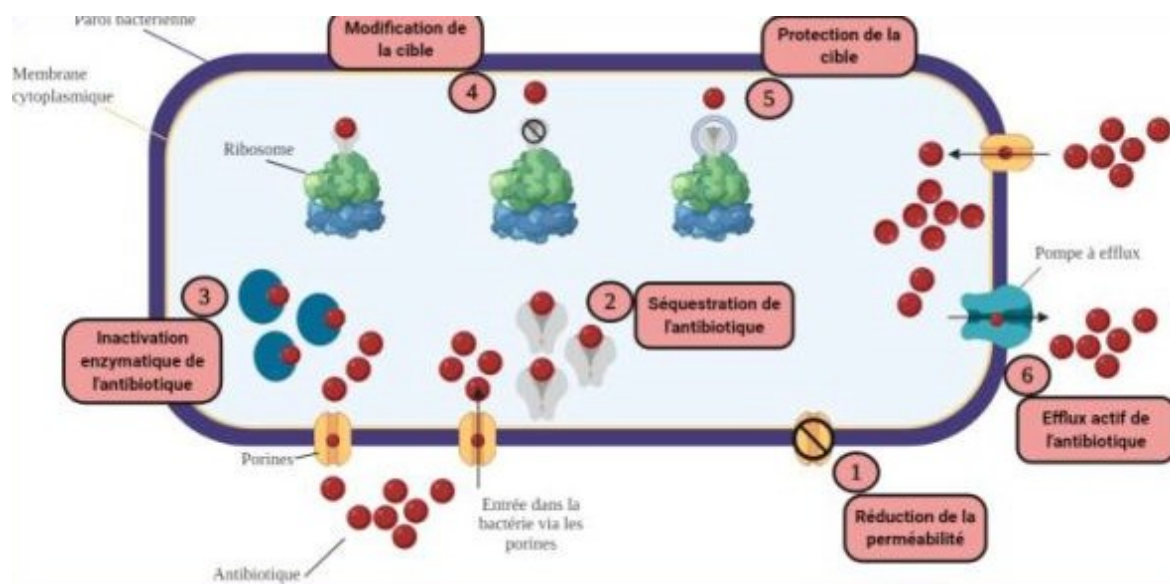
6.4.2 Mécanisme de résistance aux antibiotiques

Les résistances intrinsèque et acquise ne diffèrent pas dans leurs mécanismes. Différents mécanismes ont été développés par les bactéries pour neutraliser l'effet des antibiotiques. Il existe de nombreux mécanismes de résistance, sur le plan biochimique, Il existe quatre grands mécanismes d'action qui sont mis en jeu lors de l'acquisition de la résistance aux antibiotiques, et ils sont présentés au (**Tableau 01, figure 3**). Les plus courants étant l'inactivation enzymatique de l'antimicrobien, la modification ou le remplacement de la cible de l'antimicrobien, l'efflux actif ou encore la diminution de la perméabilité membranaire de la molécule.

Tableau 1: Mécanismes de résistance (Carle et *al.*, 2009 ; Bebell et *al.*, 2014)

Mécanismes de résistance	Conséquences
Inhibition enzymatique	Production d'une enzyme qui inactive ou détruit l'antibiotique ; Mécanisme de résistance le plus répandu.
Réduction de la perméabilité cellulaire	Changements de perméabilité de la paroi ou de la membrane bactérienne empêchant le médicament d'atteindre sa cible.
Altération des sites de liaison ciblés par l'antibiotique	Baisse de l'affinité de l'antibiotique pour son site d'action.
Pompes à efflux Antibiotique éjecté de la cellule par transport	actif et site d'action devenant inaccessible.

D'autres mécanismes ont également été expliqués, comme la protection ou la surproduction de la cible de l'antibiotique. Cependant, ils sont moins fréquents et principalement liés à certaines catégories de composés.(Muylaert et *al.*, 2012 ; Zaffiri et *al.*, 2012).

Figure 3: Principaux mécanismes de résistance aux antibiotiques mis en place par les bactéries (Muylaert A., et *al.*, 2012)

7 Prévention des mammites

La meilleure façon de réduire la prévalence de la mammite est d'empêcher une nouvelle infection intra mammaire, plutôt que le traitement des nouveaux cas. Aussi, rien ne vaut de traiter la mammite subclinique lorsque les facteurs prédisposant ont été limités ou éliminés (**Du Preez et al., 2000**). De manière générale, les mammites subcliniques sont engendrées par un modèle contagieux et se transmettent pendant la traite. Les sources de contaminations sont les quartiers infectés et les lésions sur les trayons qui correspondent à des sites de forte prolifération bactérienne. D'après **Deluyker et al., (2005)** ; en lactation, le traitement sera donc surtout préventif et axé sur l'hygiène de la salle de traite, le trempage des trayons après la traite, le contrôle des maladies infectieuses autour du vêlage, les machines à traire bien adaptés, et un bon contrôle des maladies infectieuses à la traite.

Les stratégies de prévention dépendent du système de gestion du troupeau (à savoir la traite conventionnelle ou la traite mécanique, stalles entravées ou un logement libre). Il est préférable d'intervenir davantage sur les primipares puisqu'elles présentent un taux de guérison plus élevé que les multipares, et d'intervenir dans un stade précoce de l'infection intra mammaire. La réforme de l'animal s'avérera souvent la meilleure solution en cas d'infection du troupeau (**Hanzen, 2015**).

La prévention des mammites cliniques et subcliniques passe aussi par un aspect zootechnique notamment pour éviter la contamination d'un animal par un germe pathogène mais aussi pour limiter la transmission de germes d'un animal à l'autre au sein du troupeau. Cela passe donc par la gestion de l'environnement du troupeau laitier pour l'aspect contamination et la gestion des animaux eux-mêmes. Pour limiter la transmission de pathogènes au sein du troupeau, la prévention passe notamment par la gestion du protocole et du matériel de traite.

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

8 Matériels et méthodes

8.1 Objectifs de l'étude

Les infections mammaires sont un véritable fléau dans nos élevages bovins laitiers, ils représentent une entrave à la production au niveau des élevages spécialisés dans la production laitière. Elle constitue une menace importante pour les producteurs laitiers, responsable de pertes économiques en termes de production de lait (quantité et qualité). L'objectif général visé dans ce travail est de faire Recherche de germes pathogènes majeurs responsables des infections mammaires chez la vache laitière dans la région d'Ain Témouchent. Les objectifs spécifiques assignés à cette étude sont :

- ✓ Établir une approche des mammites de la région d'Ain Témouchent pour quantifier l'importance et l'actualisation des connaissances épidémiologiques.
- ✓ contribué à l'identification des agents bactériens majeurs responsables de mammites dans la région d'Ain Témouchent, de leur prévalence dans les troupeaux laitiers et des traitements utilisés ainsi que de leurs efficacités.
- ✓ Identifier les principaux facteurs de risque liés à l'installation des infections mammaires au moment de la lactation.

Présentation de la de la région d'étude

Notre étude a été effectuée au Nord-ouest Algérien, il s'agit de wilaya d'Ain Témouchent. La wilaya d'Ain Témouchent occupe une position stratégique dans l'ouest de l'Algérie, issue du découpage territorial de 1984. Elle est située au nord-ouest de l'Algérie, à 520 km de la capitale Alger et s'étend sur une superficie de l'ordre de 2 376,89 Km². Elle est composée de 8 Daïras (Aïn El Arbaa, Ain Kihal, Aïn Témouchent, Beni Saf, El Amria, El Malah, Hammam Bou Hadjar, Oulhaça El Gheraba) et 28 communes. Elle est limitée : Au nord, par la mer Méditerranée et la wilaya d'Oran ; au sud, par les wilayas de Tlemcen et Sidi Bel Abbes ; à l'ouest, par la mer Méditerranée et la wilaya de Tlemcen et à l'est, par les wilayas d'Oran et Sidi Bel Abbes (figure 04).

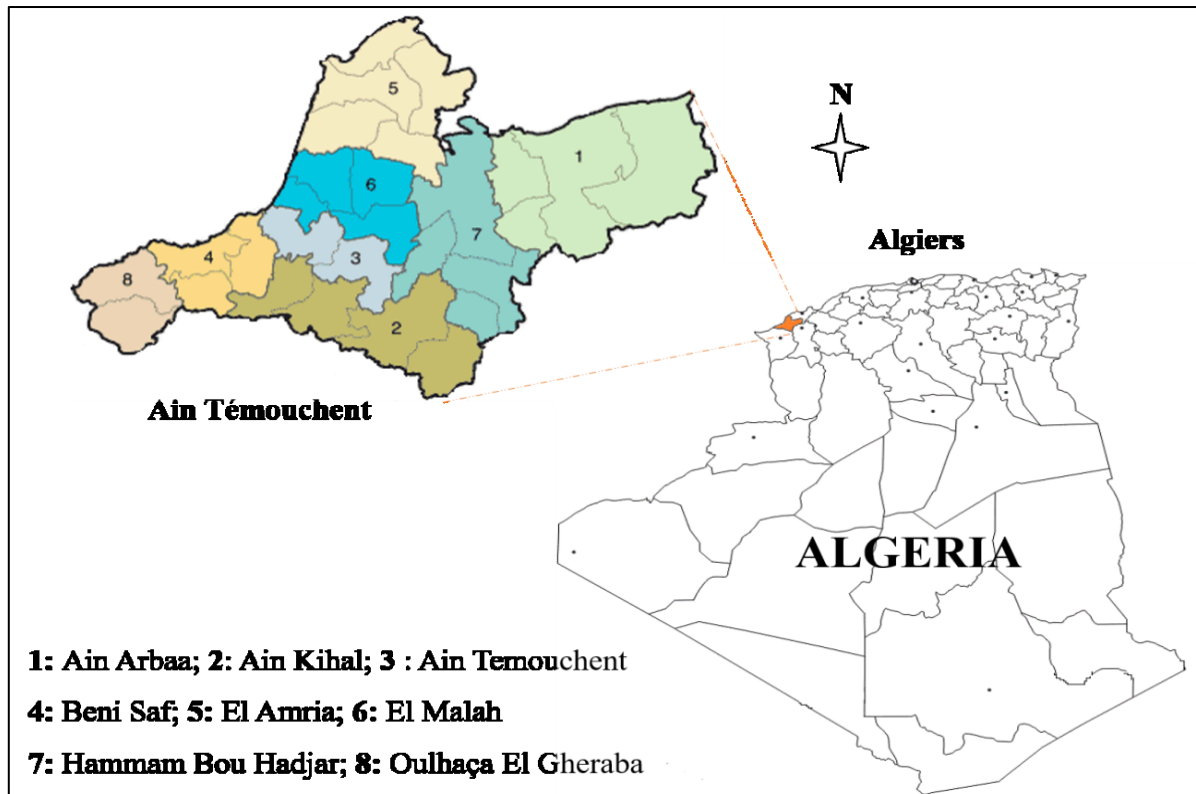


Figure 4: Carte géographique de la Wilaya d'Ain Témouchent

8.2 Dépistage des mammites subcliniques

Le California Mastitis Test (CMT) est également appelé test au teepol® ou Leucocytest. C'est une méthode indirecte pour évaluer la concentration des cellules somatiques sur des échantillons de lait individuels. Il s'agit là d'une méthode semi-quantitative, c'est un test rapide, peu coûteux, réalisé à la ferme sous la vache. Un résultat positif (score ≥ 2) indique une probabilité élevée d'avoir une concentration cellulaire dans le quartier, supérieure à 800 mille cellules/ml (M'sadak et al., 2014 ; Srivastava et al., 2015).

8.2.1 Principe de test CMT

Le test CMT est basé sur l'ajout au lait d'un volume égal d'un détergent tensio-actif : la solution de Na-Teepol. Ce dernier agit en provoquant la lyse des cellules présentes dans le lait. La destruction ou la décomposition des parois cellulaires libère l'ADN (le détergent dissout la graisse) et augmente la viscosité du lait en provoquant la formation d'un flocculat plus ou moins marqué (ADN chaîne ou gel pour former une masse fibreuse). Il possède en plus un indicateur coloré (le pourpre de bromo-crésol) qui vire au bleu-violet.

1.4.1 Principe et technique de réalisation

De manière pratique, pour chaque trayon, après l'élimination des premiers jets de lait Environ 2 ml de lait de chaque quartier sont prélevés dans chacune des quatre alvéoles identifiées de la cupule A, B, C, et D correspondant respectivement aux quartiers avant droit, arrière droit, avant gauche et arrière gauche, fournis avec le réactif. Après ajout du réactif CMT (2 ml de réactif RAIDEX) dans chaque coupelle, un mouvement circulaire est appliqué au plateau pendant quelques secondes pour mélanger le lait avec le réactif. La réaction produit une gélification en quelques secondes. L'issue de la réaction indique le degré de dégradation des cellules somatiques et de coagulation des acides nucléiques. Par conséquent, la positivité dépend du niveau de formation du gel, pouvant se situer entre +1 et +3, tandis que la négativité résulte d'un mélange non modifié. Si une vache montre au moins un quartier positif au CMT, même sans isolement de micro-organismes, elle est considérée comme étant atteinte d'une infection intra-mammaire.



Figure 5: Technique de réalisation du Californian Mastitis Test (CMT)

8.2.2 Lecture et interprétation

La lecture et l'interprétation du CMT se font en référence au tableau de lecture (tableau 3).

Tableau 2: Interprétation du Leucocytest selon les indications accompagnant le réactif

Lecture			Interprétation	
Aspect	Score		Infection	Relation avec la numération cellulaire moyenne (x 10 ³ ml)
	Valeur	croix		
Consistance normale	0	(0)	absente	0-200
Léger gel disparaissant après agitation	1	(±)	Risque d'infection par pathogène mineur	150-500
Léger gel persistant, filament grumeleux	2	(+)	Mammite subclinique	500-1500
Epaississement immédiat,amas visqueux au fond de la coupelle	3	(++)	Mammite subclinique	800-5000
Gel épais, consistance du blanc d'œuf	4	(+++)	Mammite subclinique à la limite de l'expression clinique	Plus de 5000

8.3 Prélèvements et analyse microbiologique

8.3.1 Prélèvement des échantillons de lait

Notre étude a été effectuée au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent. Nous avons suivies cinq régions (Targa, Hamame Bouhdjar, Ain Arbea, Oud Sebbah, chaabat El Leham). situées dans la wilaya d'aine Témouchent (Nord-Ouest de l'Algérie). L'objectif principal de l'échantillonnage est la sélection d'un groupe d'élevages représentatif de l'ensemble des élevages de la région ciblée. La qualité du prélèvement et de la technique de l'opérateur sont des conditions cruciales pour l'examen bactériologique des laits de mammites. Les échantillons sont prélevés à partir des vaches qui ne présentent aucun signe d'inflammation, à savoir le stade et le rang de lactation. Tout quartier présentant un score au CMT supérieur ou égal à 2 a fait l'objet de prélèvement pour les analyses bactériologiques. Les prélèvements de lait sont effectués dans des conditions aussi proches que possible de l'asepsie.

❖ Protocole du prélèvement

- Nettoyage et séchage des mains du trayeur et de la mamelle de l'animal.

- Une désinfection soigneuse de l'extrémité des trayons à l'aide d'un tampon de coton imbibé d'alcool à 70° en commençant par les trayons les plus éloignés [lorsque la vache est abordée à droite, la désinfection des trayons est réalisée dans l'ordre, quartier postérieur gauche (QPG), quartier antérieur gauche (QAG), quartier postérieur droit (QPD) et quartier antérieur droit (QAD)].
- Les prélèvements ont été réalisés dans des pots stériles.
- On ouvre le pot en tenant le bouchon dans la même main.
- Élimination des premiers jets.
- On prélève quelques millilitres de lait puis on referme le pot.
- Tous les échantillons sont identifiés, placés sous froid dans une glacière contenant des carboglaces et acheminés au laboratoire où ils sont aussitôt congelés en attendant leur analyse.



Figure 6: Les échantillons du lait

8.3.2 Analyse microbiologique

L'analyse bactériologique a été effectuée au sein du laboratoire didactique de microbiologie de l'université d'Ain-Temouchent. L'analyse microbiologique est effectuée sur les échantillons qui présentent un CMT positif. Le travail a impliqué la création de pools, la préparation des milieux de culture, l'ensemencement des prélèvements, l'isolement et l'identification des microbes présents dans les échantillons de lait, ainsi que l'évaluation de la sensibilité de certains microbes isolés à quelques antibiotiques fréquemment utilisés.

8.3.2.1 Enrichissement

Les milieux d'enrichissement contribuent à favoriser la croissance bactérienne dans l'échantillon sont généralement des environnements riches en fluides qui permettent une

croissance bactérienne maximale. Le plus couramment utilisé est le bouillon d'infusion cerveau-cœur (BHI Pour Brain Heart Infusion), est un milieu de culture microbiologique non-sélectif. Elle est utilisée pour la culture d'un grand nombre de microorganismes, notamment de bactéries, des levures et des champignons filamenteux. Agiter soigneusement l'échantillon pour essai afin d'assurer une répartition aussi uniforme que possible des micro-organismes, en retournant rapidement plusieurs fois le récipient contenant l'échantillon. Nous avons pris 2ml de lait cru à l'aide une micropipette dans des conditions aseptiques et nous l'avons met dans des tubes contiennent le bouillon BHIB (8ml), identifiés par la date, le numéro de chaque vache, type de traite, les condition hygiénique puis les tubes sont agité par vortex et incubés dans une étuve à 37°C pendant 24h (figure 7).



Figure 7: Réalisation de l'enrichissement.

8.3.2.2 L'isolement

Cette étude et spécialement sur les germes pathogènes majeurs responsable des infections mammaires chez les vaches laitières. Après une incubation de 24 heures des milieux d'enrichissement BHIB, nous avons prélevé un volume de 0,1 ml de la suspension bactérienne à partir de chaque tube de milieu d'enrichissement en utilisant micropipette et des embouts stériles. Cette suspension est ensuiteensemencée sur la gélose sélective Mac conkey, ainsi que sur la gélose Baird parker, Cétrimide, Gélose colombia, Gélose au sang, Chapman. L'ensemencement était effectué par la méthode d'ensemencement en surface. Les boîtes ensemencées, sont ensuite incubées à 37 °C pendant 24 à 48h.

1. Examen macroscopique :

L'étude de l'aspect macroscopique des colonies permet de réaliser une première caractérisation, avec une possibilité d'orienter les résultats lors de l'identification. Selon **Joffin et Leyral (2001)**, les principaux critères d'identification macroscopique comprennent : la forme (ronde, irrégulière), la surface (lisse, sèche), la taille, la couleur, l'opacité (transparence, opaque), l'évaluation des colonies (concave, plat, consistance, pigmentation).

2. Examen microscopique (direct à l'état frais) :

Cet examen a un principe c'est de mettre en évidence la présence des micro-organismes dans l'échantillon de lait et leur mobilité. Pour réaliser un examen à l'état frais sur une lame propre, déposée une goutte d'eau distillée stérile. En moyen d'une anse de platine stérile, un frottis bactérien mince est préparé par prélèvement et étalement d'une faible quantité de la culture bactérienne. Le frottis est recouvert d'une lamelle.

➤ Coloration de Gram

La coloration de Gram est la première étape de l'identification du genre. C'est une coloration bactérienne qui met en évidence les propriétés de la paroi bactérienne, peuvent être groupées les bactéries en 2 catégories gram(+) gram(-).

1. Première étape Préparer un frottis :

- Nettoyer une lame à l'alcool puis déposer une goutte d'eau distillée sur la lame.
- Prélever une colonie à l'aide d'une pipette pasteur stérile.
- Frotter la pointe de la pipette dans la goutte d'eau, et réaliser un frottis à partir du centre de la lame en décrivant un mouvement circulaire.
- Passer la lame dans la petite flamme (veilleuse) du bec Bunsen pour fixer l'échantillon à la chaleur. Puis laisser refroidir la lame.

2. Deuxième étape : Réaliser la coloration :

- Déposer quelques gouttes de violet de gentiane sur le frottis fixé et laisser en contacte
- 1 minute. Le violet de gentiane colore le cytoplasme des bactéries puis rincer très brièvement en faisant couler de l'H₂O sur la lame au-dessus du frottis (pas directement sur le frottis).
- Déposer quelques gouttes de Lugol sur le frottis, Le Lugol est un mordant qui permet de fixer le violet dans les bactéries. laisser en contacte 1 minute puis rincer brièvement à l'H₂O comme précédemment décrit.

- Décolorer en faisant couler l'alcool sur la lame jusqu'à ce que le violet ne s'écoule plus du frottis (5 à 10 secondes). Les pores de la paroi des Gram+ sont fermés par la déshydratation à l'alcool elle est alors imperméable et le colorant violet reste à l'intérieure. La membrane des Gram- est dissoute par le mélange alcool-acétone. La paroi plus mince et de composition différente laisse alors sortir la coloration violette.
- Rincer à l'H₂O.
- Déposer la solution de fuchsine pendant 1 minute. Ce dernier permet de visualiser les bactéries Gram- décolorées à l'étape précédente puis rincer brièvement à l'H₂O comme précédemment décrit.
- Laisser sécher à l'air puis observer au microscope avec une goutte d'huile à immersion, au grossissement 1000x.

8.3.2.3 Identification biochimique

Les tests biochimiques sont indispensables pour obtenir l'identification d'une bactérie. En plus des caractères morphologiques. Ces techniques reposent sur la recherche d'enzymes responsables de certaines réactions biochimiques, sur l'utilisation d'un substrat particulier ou la présence de produits spécifiques issus du métabolisme intermédiaire.

❖ Test de catalase

Le test de mise en évidence de la production de la catalase est réalisé à l'aide du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂). La catalase est une enzyme qui catalyse la décomposition du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) en eau et en oxygène libre, réaction dans laquelle le peroxyde d'hydrogène agit comme donneur et accepteur d'électrons.

Méthode : À l'aide d'une anse d'inoculation stérile prélevez une colonie bien isolée d'une culture pure (24 heures d'incubation) et placez-la sur la lame de microscope. Déposez 1 goutte de (H₂O₂) sur la colonie. Ne pas mélanger.

Test positif : observez la formation immédiate de bulles

❖ **Test de coagulase**

La coagulase est une enzyme libérée dans le milieu par *S.aureus*. sa mise en évidence suffit à elle seule à confirmer la présence de ce germe, cette enzyme a la capacité de coaguler plasma de lapin.

Méthode : À l'aide de d'une seringue jetable, déposer 3 gouttes de plasma de lapin dans un tube en verre stérile, A l'aide d'une pipette pasteur des colonies bien isolées sont sélection et insérées dans les tubes. Après incubation a 37c° de lecture de ont été effectuées tous les quarts d'heure a moins. Pendant les quatre premières heures dans le cas de la coagulasse réversible. Test positif : la formation d'une pierre. Le témoin positif a été réalisé de la même manière en utilisant la souche témoin *S.aureus* (pilet et al.,1979).

❖ **Gélose TSI (Triple Sugar Iron)**

La gélose TSI est utilisée pour l'identification présomptive des entérobactéries basée sur la fermentation du glucose, du lactose, du saccharose et sur la production de gaz et d'H₂S. Pour réaliser ce test il consiste à ensemencer le culot des tubes à essai contenant le milieu incliné par piqûre (par pipette ou à l'aide d'une anse stérile) ensuite la pente du milieu en stries longitudinales. Les tubes sont incubés à 37 °C pendant 24 h. après le délai d'incubation, les modifications de milieu se traduisent de la façon suivante (Tableau 3):

Tableau 3: les résultats de test TSI

	Positive	Négative
Culture glucose	culot jaune (glucose fermenté).	culot inchangé.
Culture lactose	pente virant au jaune	pente alcalinisée
Culture saccharose	pente virant au jaune.	pente alcalinisée.
Culture H₂S	noircissement du milieu dans la zone joignant la pente et le culot. Production de gaz : bulle d'air, des bulles dans la masse du milieu ou contre les parois ou poche gazeuses décollant le culot.	

❖ Test oxydase

Phénylène diamine oxydase communément appelée l'oxydase, est une enzyme permettant d'oxyder les dérivés méthylés du paraphénylène diamine (famille des cytochromes). Incolore, le N diméthyl paraphénylène diamine prend une coloration rose une fois oxydé, entre 5 à 10 secondes. L'oxydase ne doit pas être recherchée à partir de cultures sur des milieux contenant des glucides fermentescibles.

Méthode : Prélever une colonie isolée et l'écraser sur le disque d'oxydase. L'apparition d'une coloration rose sur le papier filtre atteste de la présence de l'oxydase (Larpent et al., 1997).

8.3.3 Antibiotogramme

L'antibiogramme est effectué selon la méthode classique de diffusion de l'antibiotique sur gélose à partir de disques d'antibiotiques selon les recommandations du National Committee for Clinical Laboratory Standard (NCCLS, 2000).

❖ Méthode

La suspension bactérienne doit être homogénéisée et ajustée jusqu'à atteindre une opacité équivalente à 0,5 McFarlan. L'ajustement s'opère en ajoutant, soit de la culture à la suspension bactérienne, soit de l'eau physiologique stérile. Le milieu Mueller-Hinton (MH) est coulé en boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre sur une épaisseur de 4 mm, son ensemencement doit se faire dans les 15 mn qui suivent la préparation de l'inoculum. Un écouvillon stérile est trempé dans la suspension bactérienne, l'essorer en le pressant fermement sur la paroi interne du tube afin de le décharger au maximum, puis le frotter sur la totalité de la surface gélosée sèche de Mueller-Hinton, de haut en bas, en stries serrées. L'opération est répétée deux fois en tournant la boîte de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. L'ensemencement est fini en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

❖ Antibiotiques testés

La sensibilité des différentes souches a été déterminée essentiellement vis-à-vis de quelques antibiotiques. Ces antibiotiques appartiennent à différentes familles représentées dans l'annexe II.

❖ **Application des disques d'antibiotiques**

Cinq disques d'antibiotiques sont appliqués par boîte. Chaque disque d'antibiotique est appliqué à l'aide d'une pince stérile. Une fois appliqué, le disque ne doit pas être déplacé. Les boîtes sont immédiatement incubées dans étuve pendant 24 heures à 37°C. Les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés à l'aide d'un pied à coulisse. Les résultats sont comparés aux valeurs critiques figurant sur la table de lecture, ensuite la bactérie est classée dans l'une des catégories : sensible, intermédiaire ou résistante.

9 Résultats et discussion

9.1 Analyse descriptive des vaches laitières suivies

Les données collectées sur le terrain nous ont aidés à classer les vaches étudiées selon leur race, leur phase de lactation et leur numéro de lactation.

9.1.1 Répartition des vaches suivis selon la parité

Notre étude porte sur l'analyse des données de 50 vaches primipares (25.33%) et de 120 de vaches multipares (74.66%) (Figure 8).

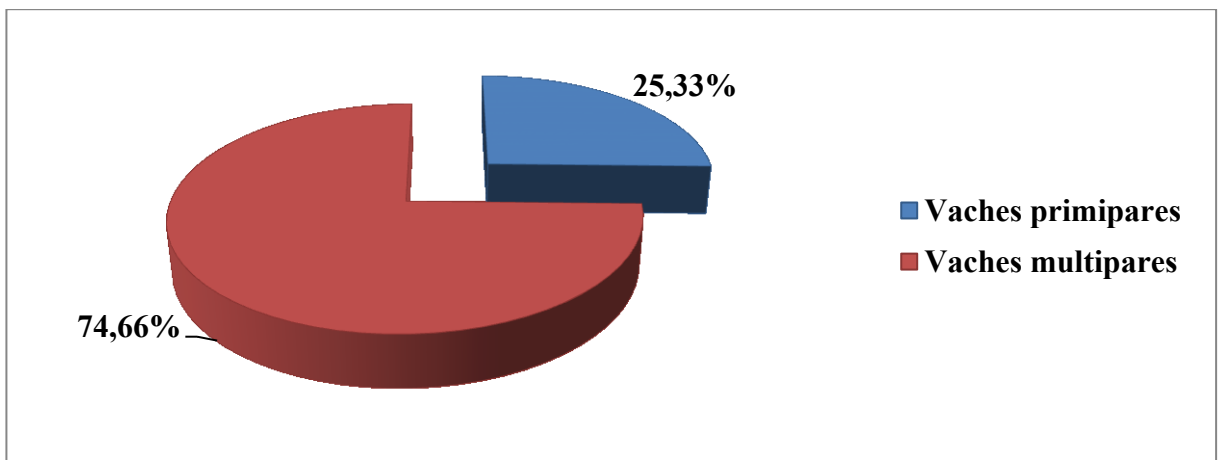


Figure 8: Répartition des vaches selon la parité

9.1.2 Répartition des vaches selon la race

Sur 170 vaches testées, la race Pie Noire Prim'Holstein constitue 61.76 % du vaches suivies avec 105 vaches et la Montbéliarde 38.28 % avec 65 vaches (figure 9).

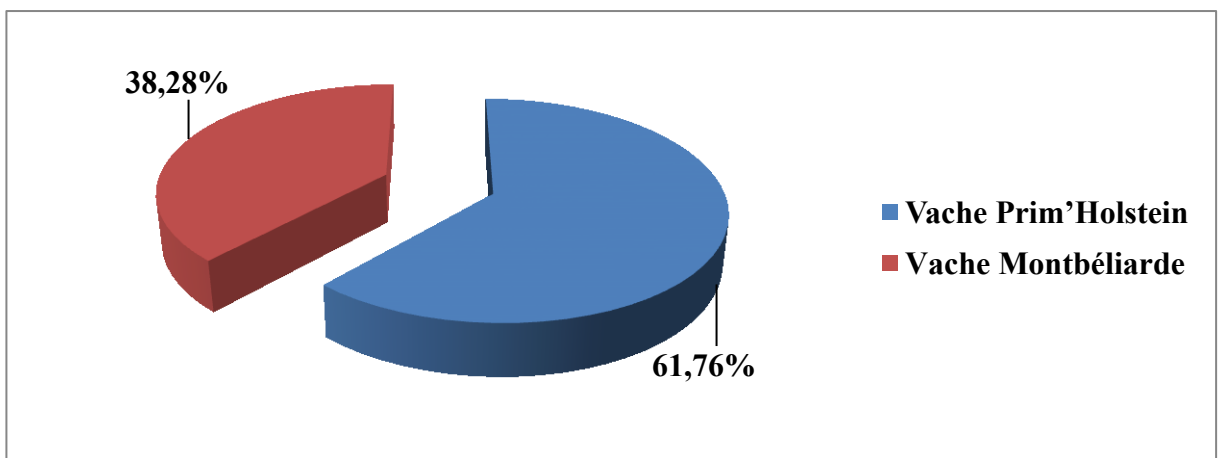


Figure 9: Répartition des vaches selon la race

9.1.3 Répartition des vaches selon le stade de lactation

La période de lactation peut être divisée en trois phases : la première phase (moins de 3 mois), la deuxième phase (entre 3 et 6 mois) et la troisième phase (plus de 6 mois). Notre étude a été menée sur 120 vaches en première phase de lactation (70.58%), 35 vaches en deuxième phase de lactation (20.58%) et 15 vaches en troisième phase de lactation (8.82%). (Figure 10).

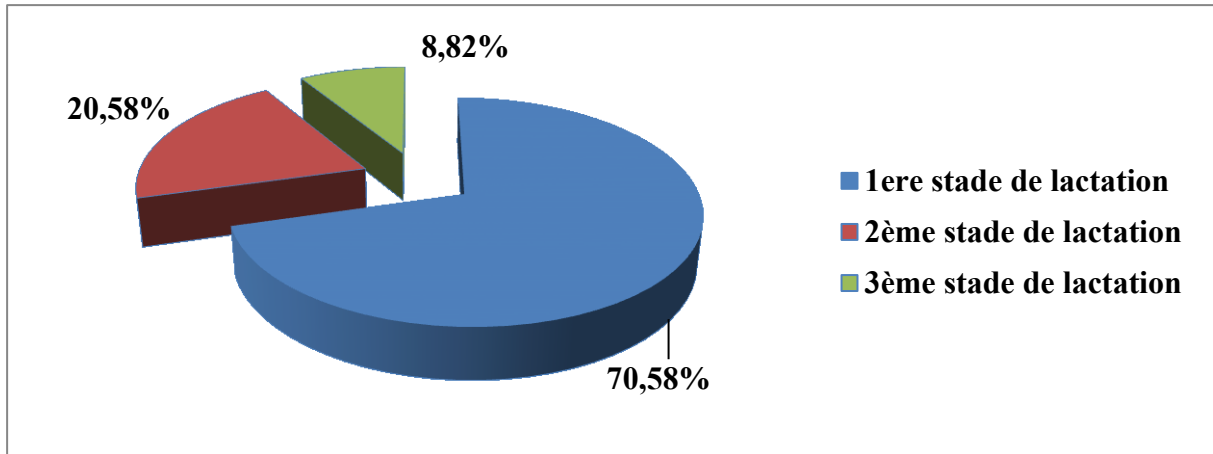


Figure 10: Répartition des vaches selon le stade de lactation

9.2 Résultats du CMT

Sur 170 vaches dépistés ; 44.11 % ont donné des résultats de CMT positifs ($CMT \geq 2$) et 55.88 % de négatifs ($CMT=0$) (Figure 11).

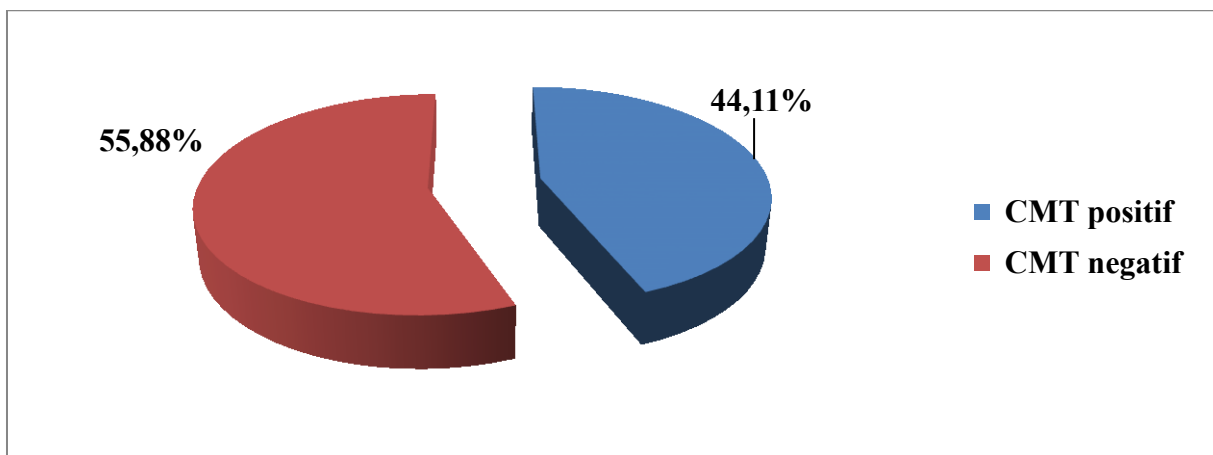


Figure 11: Résultats du CMT par rapport aux vaches examinées

9.2.1 Effet du stade de lactation sur les résultats du CMT

La figure ci-dessous (figure 12) montre la différence de la prévalence des mammites subcliniques selon le stade de lactation. Au regard des résultats, une prévalence élevée des mammites subcliniques pendant le 1^{er} stade de lactation (49.17 %), au contraire, elle est plus faible dans le 2^{ème} stade de lactation (37.14%) et la fin de lactation (20%).

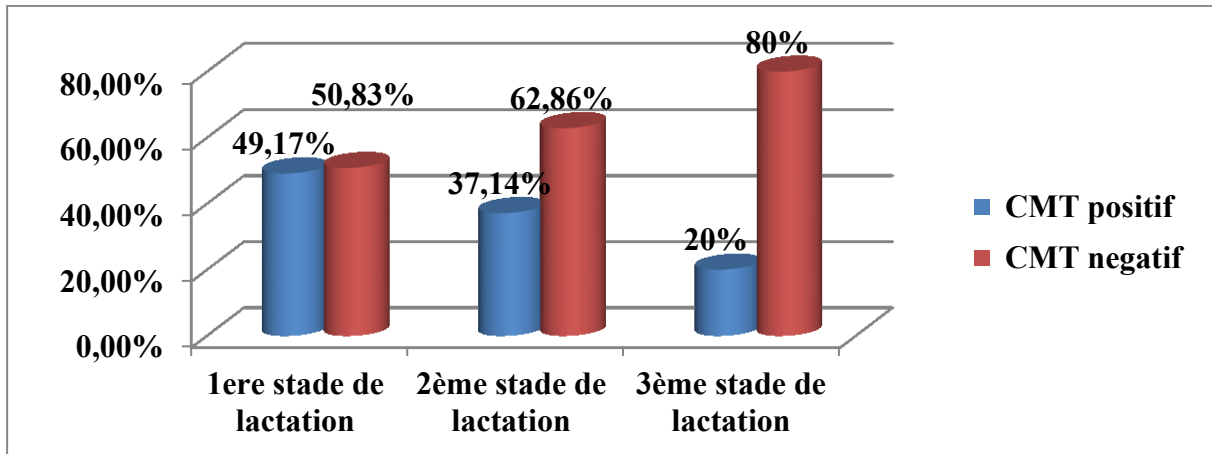


Figure 12: Effet du stade de lactation sur les résultats du CMT

9.2.2 Effet du numéro de lactation sur les résultats du CMT

La figure 13 illustre la distribution des mammites subcliniques selon le numéro de lactation. Concernant les vaches en première lactation (primipares), on observe qu'il y a plus de vaches avec un CMT négatif (82%) que positif (18%). Le taux de cas positifs augmente progressivement avec l'augmentation du nombre de lactations (55% pour les vaches en seconde lactation et plus).

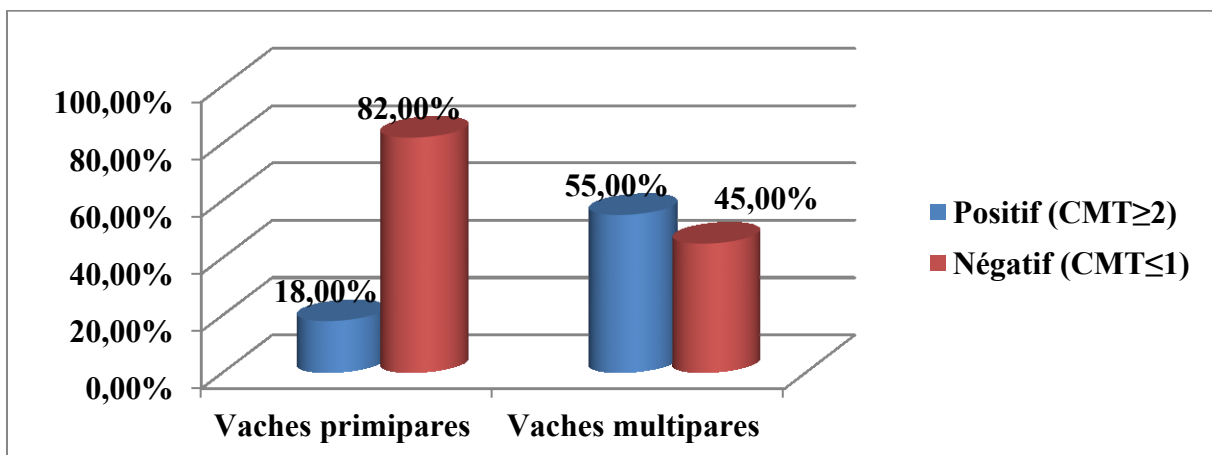


Figure 13: Effet du numéro de lactation sur les résultats du CMT

9.2.3 Effet de la race sur les résultats du CMT

La figure 14 représente la répartition des vaches atteintes par les mammites subcliniques par la race. A la lumière des résultats présentés dans la figure ci-dessous, on observe que les vaches de race Prim'Holstein sont plus touchées (57,14%) par rapport aux vaches de race Montbéliarde (23,07%).

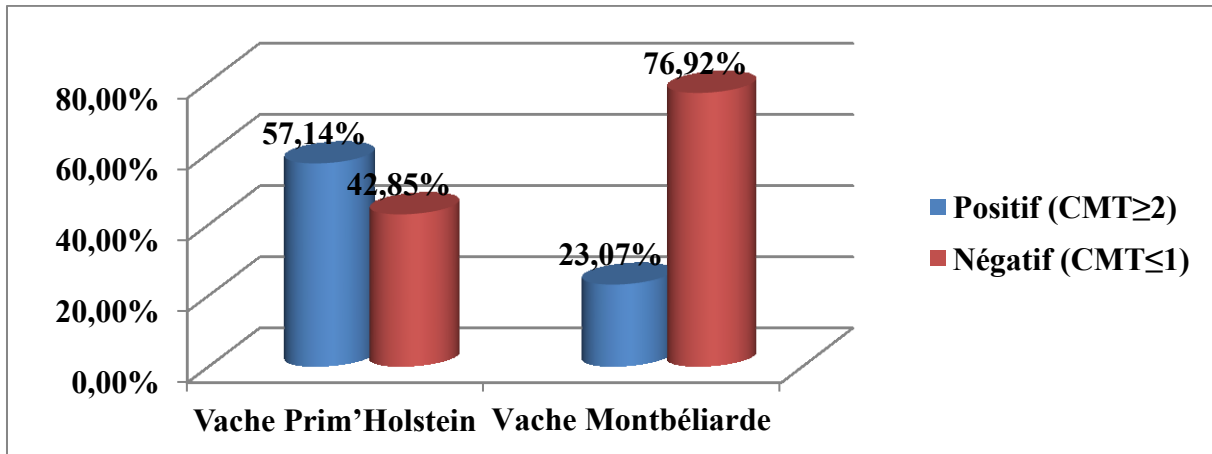


Figure 14: Effet de la race sur les résultats du CMT

10 Résultats de l'examen bactériologique

10.1 Prévalence des bactéries isolées lors de mammites subcliniques

Les examens bactériologiques ont été effectués sur les 75 échantillons de lait de mélange provenant de vaches positives au C.M.T (CMT > 2). La figure 15 illustre bien la fréquence d'isolement (%) des espèces microbiennes. Au vu des résultats d'analyses bactériologiques, nous constatons la présence d'une claire diversité de genre et d'espèce de microbes. Quant aux espèces bactériennes, nous n'avons réussi uniquement à l'identification de quelques espèces bactériennes. Pour les autres isolats bactériens, nous avons identifiés uniquement le genre ou la famille. Au regard de ces données, une prédominance a été enregistrée pour *Staphylocoque* à coagulase négative (45.51%) suivie par *Staphylococcus aureus* (22.75%) et *Streptococcus spp* (14.25%). D'autres isollements des espèces bactériennes moins fréquents comme *Escherichia coli* (9.20%), *Klebsiella pneumoniae* (3.57%) et *Pseudomonas spp* (1.36%).

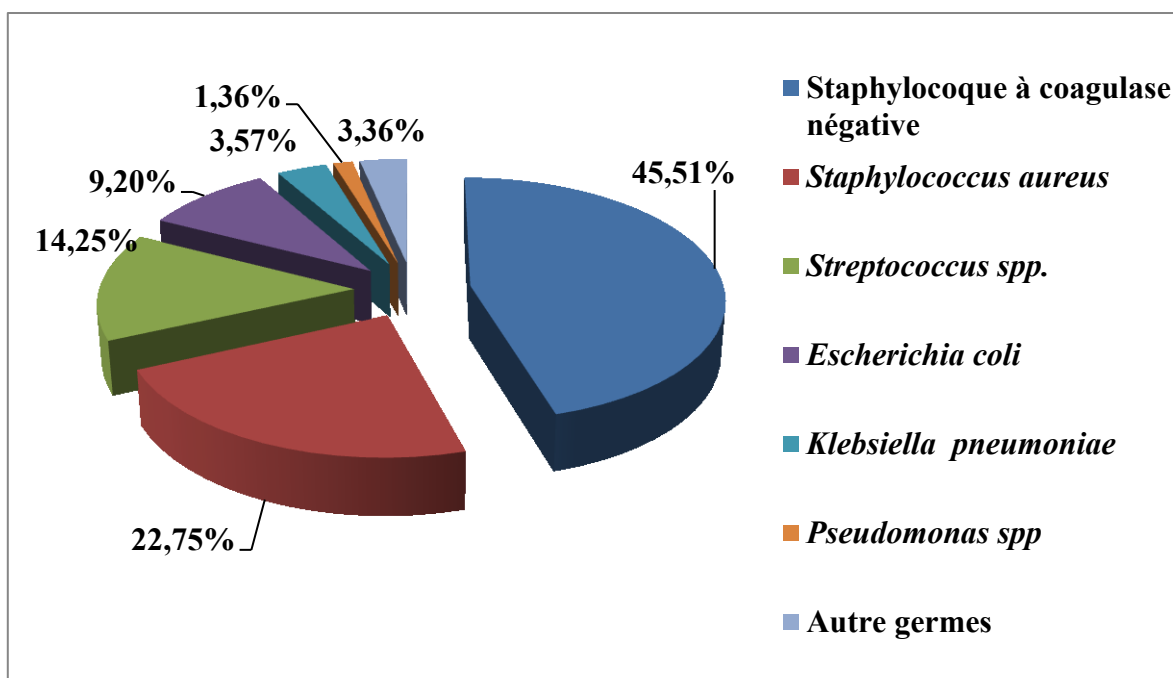


Figure 15: Prévalence des bactéries isolées lors de mammites subcliniques

11 Résultats des antibiogrammes

L'antibiogramme réalisé sur les isolats de *Staphylococcus aureus* révèle que cinq des huit antibiotiques testés (Kanamycine, Amoxicilline + Acide clavulanique, Triméthoprime + Sulfaméthoxazole et Colistine sulfate) affichent une efficacité dépassant les 80%. L'étude de l'efficacité antibactérienne des antibiotiques contre *Staphylococcus aureus* a révélé une résistance notable à l'ampicilline (74,50%), Tétracycline (80,62%) et à la pénicilline G (75,50%) (Tableau 4 et figure 16).

Tableau 4: Profil de sensibilité des *Staphylococcus aureus* vis à vis les antibiotiques

Antibiotiques	Charge du disque	Sensible (%)	Resistante (%)
Ampicilline	10 µg	25,50%	74,50%
Pénicilline G	30 µg	24,50%	75,50%
Kanamycine	30 µg	92,35%	7,65%
Tétracycline	30 µg	19,38 %	80,62%
Érythromycine	30 µg	61,50%	38,50%
Amoxicilline+ Acide clavulanique	20/10 µg	92,45%	7,65%
Trimethoprime+ Sulfaméthoxazole	25 µg	92,35%	7,65%
Colistine sulfate	10 µg	100,00%	0,00%

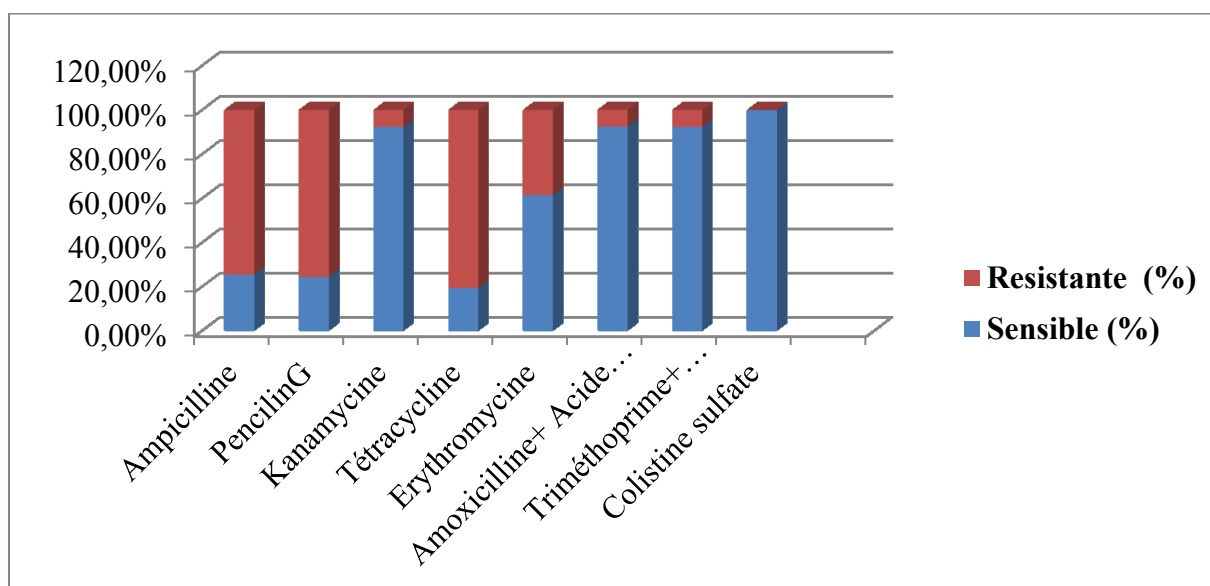


Figure 16: Profil de sensibilité des *Staphylococcus aureus* vis à vis les antibiotiques

L'antibiogramme réalisé sur les souches d'*E. Coli* révèle que plusieurs antibiotiques testés (Colistine sulfate, Kanamycine) ont une efficacité de 90% et plus. En plus, d'autres antibiotiques (Amoxicilline+ Acide clavulanique, Erythromycine et Triméthoprim+ Sulfaméthoxazole) ont une efficacité entre 70% et 80% Selon la Figure17, l'étude de l'activité antibactérienne des antibiotiques vis-à-vis d'*E. Coli*, nous a révélé une forte résistance à Ampicilline (78.50%) et tétracycline (74%) et streptomycine (52%) (Tableau 5 et figure 17).

Tableau 5: Profil de sensibilité d'*Escherichia Coli* vis à vis les antibiotiques

Antibiotiques	Charge du disque	Sensible (%)	Resistant (%)
Amoxicilline+ Acide clavulanique	20/10 µg	72,25%	27,75%
Ampicilline	10 µg	21,50%	78,50%
Kanamycine	30 µg	94,50%	5,50%
Tétracycline	30 µg	26,00%	74,00%
Erythromycine	30 µg	83,00%	17,00%
Triméthoprim+ Sulfaméthoxazole	25 µg	88,50%	11,50%
Colistine sulfate	10 µg	91,50%	8,50%
Streptomycine	10 µg	48,00%	52,00%

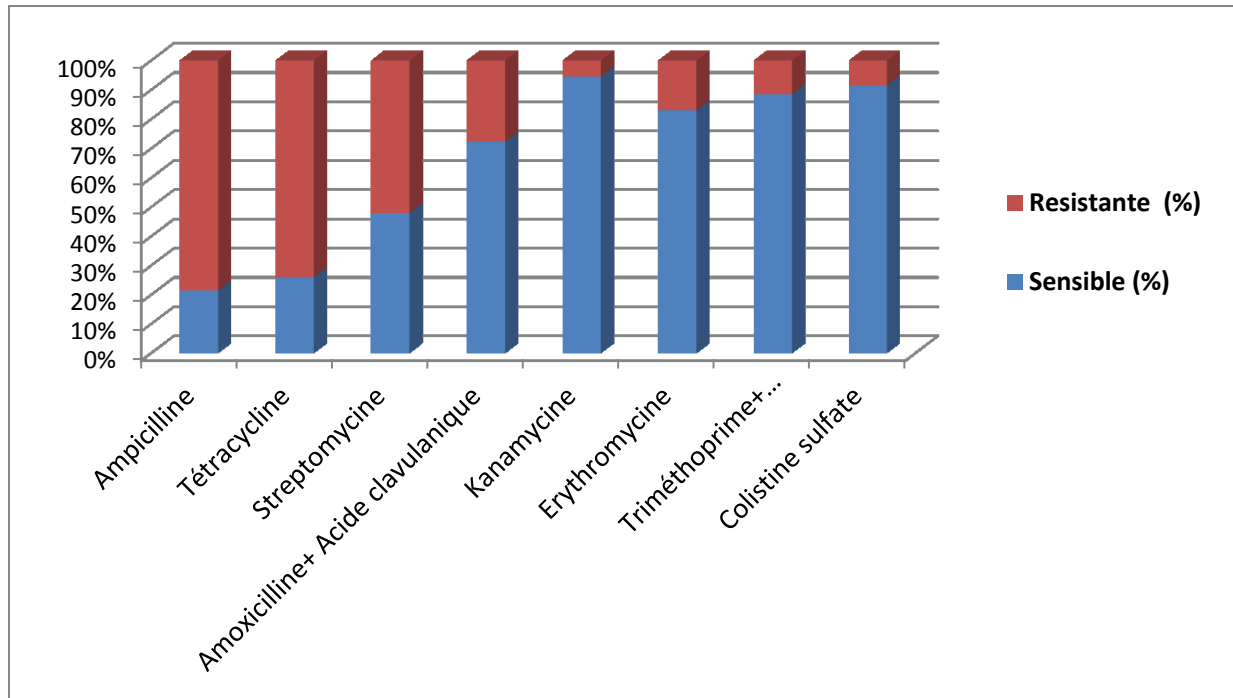


Figure 17: Profil de sensibilité d'*Escherichia Coli* vis à vis les antibiotiques

12 Discussions

Les mammites bovines constituent l'une des principales pathologies affectant les élevages laitiers à travers le monde. Elles représentent un défi majeur pour l'industrie laitière. Les données relatives à la fréquence des mammites chez les vaches varient d'une étude à l'autre. Le CMT est un outil de dépistage utile pour les infections intra- mammaires, il détecte l'inflammation et indique les quartiers touchés. Concernant l'enquête qui a été menée sur les mammites subcliniques par le biais de test CMT sur les 170 vaches ayant servies pour cette étude. Il paraît que la prévalence de mammites subcliniques est de 44.11 %.

Nos résultats sont inférieurs de ceux obtenus dans les régions de l'ouest et centre d'Algérie, avec respectivement 62,8% (Meskini et al., 2021), 70.77 % , (Seddar-Yagoub et al., 2025) et 66,4 % (Ghalache et al., 2021) de mammites subcliniques. Dans d'autres études, la fréquence des mammites subcliniques sont plus élevés avec des taux de 64,9% au Bangladesh (Hoque et al., 2014), au Sri Lanka 49% (Rahularaj et al., 2019), au Kenya 73,1% (Mbindyo et al., 2020), dans les zones périurbaines de Kigali au Rwanda (76.2%) (Ndahetuye et al., 2019). Des valeurs proches sont enregistrées dans le centre de l'Algérie 45% (Bentayeb et al., 2023). Cependant, elle est élevée par rapport aux résultats obtenus dans l'ouest le Nord-Est de l'Algérie avec respectivement 34.9% (Bouamra et al., 2024), 39.51% (Hanis et al., 2025) et 37.6 % Zaatout et al (2019). De même, de faibles taux sont

enregistrées au Sri Lanka 27.3% (**Ranasinghe et al., 2023**), en Tunisie 34% (**M'Sadek et al., 2014**), au Népal 42.8% (**Bhandari et al., 2021**). La prévalence élevée des mammites subcliniques dans la zone d'étude pourrait être due à une mauvaise gestion d'élevage et une absence de dépistage précoce des mammites subcliniques.

De plus, les disparités dans la prévalence des mammites bovines d'une étude à l'autre peuvent être dues aux différences dans la gestion des fermes, l'environnement et les techniques de diagnostic, ainsi qu'au niveau d'hygiène des bâtiments. Dans plusieurs exploitations, l'hygiène de la traite était insuffisante, avec un lavage des trayons négligé (lavette collective, eau seule, pas d'essuyage) et l'élimination des premiers jets sur le sol, ce qui contamine les aires de couchage.

Selon **Bouaziz (2005)**, la prévalence des mammites subcliniques varie d'une recherche à l'autre. Cette fluctuation pourrait être due à l'utilisation de diverses techniques de diagnostic des mammites subcliniques (analyse bactériologique, test de la concentration cellulaire somatique, CMT) et à la définition de l'infection qui peut varier selon les auteurs.

Les résultats de cette recherche indiquent que les *Staphylocoque* à coagulase négative (45.51%) sont les bactéries les plus isolées des échantillons de mammites. En effet, la littérature scientifique révèle que les *Staphylocoques* à coagulase négative sont les agents pathogènes les plus fréquemment isolés dans les infections intramammaires bovines (**Bentayeb et al., 2023, Bouamra et al., 2024, Hanis et al., 2025**).

Les *Staphylocoques* à coagulase négative sont également les agents pathogènes les plus couramment identifiés dans les mammites subcliniques dans les régions de l'ouest avec respectivement 43,80 % (**Meskini et al., 2021**), 54.84 % , (**Seddar-Yagoub et al., 2025**) et 51.12 % (**Hanis et al., 2025**). En outre, les SCN sont également les agents pathogènes les plus répandus parmi les cas de mammites subcliniques dans différents pays comme le Rwanda (**Ndahetuye et al., 2019**), l'Ecuador (**Amer et al., 2018**) et la Chine (**Yang et al., 2014**). Ces micro-organismes sont fréquents dans les environnements de traite, sur le matériel et la peau de la mamelle, contribuant de manière significative à la mammite bovine. Leur rôle en tant qu'agents pathogènes primaires a été de plus en plus reconnu ces dernières années. Ces résultats suggèrent que les pratiques d'hygiène lors de la traite sont insuffisantes et que le non-trempe des trayons favorise l'invasion du SCN dans la mamelle, entraînant une infection.

En accord avec nos résultats, **Mazreku et al (2025)** ont observé que les SCN sont identifiés comme l'agent pathogène le plus commun associé aux mammites subcliniques au Kosovo. Le pouvoir pathogène des SCN est moindre comparée aux principaux agents responsables de mammites, et leur contamination reste généralement subclinique. Cependant, les SCN sont susceptibles de causer une infection persistante résultant en un accroissement du nombre de cellules somatiques et une dégradation de la qualité du lait.

Concernant la seconde espèce la plus fréquente dans cette étude, *Staphylococcus aureus* avec un taux de la fréquence d'isolement de 22.75 % qui est apparait important aussi par rapport aux restes des isolats microbiens. En général, le résultat obtenu par **Ranasinghe et al (2021 ; 86.2%)** est très supérieur par rapport notre valeur enregistrée dans la présente étude. Par contre, **Zaatout et al. (2019)**, **Ndahetuye et al. (2019)** et **Seddar-Yagoub et al (2025)** ont trouvé des taux d'isolement faible (5.30% ; 22% et 20.97%) par rapport de ce qui a été relevé dans le présent travail. De plus, le taux enregistré dans notre étude est élevé par rapport à celui obtenu par **Ranasinghe et al. (2023, 86,2 %)** et **Ibrahim et al (2023, 45,54)**.

L'étude rapporte que la forte prévalence de *S. aureus* pourrait avoir plusieurs causes. En général, *S. aureus* et d'autres germes infectieux sont souvent trouvés sur la peau du pis ou des trayons des vaches atteintes, surtout lors de leur traite, agissant comme un vecteur principal d'infection entre les quartiers mamellaires sains et contaminés. De plus, la fréquence élevée de *S. aureus* observée dans cette étude pourrait être due à une hygiène de traite défectueuse, à l'absence d'immersion des trayons post-traite, au non-abattage des vaches souffrant d'infections chroniques, au manque de traitement pour les vaches tarées et à la persistance du procédé traditionnel de traite manuelle parmi les éleveurs laitiers.

À propos de *Streptococcus spp.* qui a été isolée dans un taux faible de 14.25% de toutes les espèces microbiennes enregistrées dans cette étude. Cette valeur est inférieure par rapport au chiffre qui a été trouvé par **Hanis et al. (2025)** où ils ont trouvés un taux de 16.05%.

En ce qui concerne l'espèce *Pseudomonas spp.* qui a été enregistrée dans 1.36 % de tous les isolats microbiens. Il est très clair que son taux d'isolement est inférieur de la valeur enregistrée par **Saidi et al (2019)** (uniquement dans 2.5% des isolats).

Dans notre étude, *E. coli* a été enregistré dans 9.20 % des germes isolés de lait issus de mammites subclinique. Ce chiffre est proche de ce qui a été isolés par **Hanis et al (2025)** où il a enregistré 8.15 %. Nos résultats révèlent une prévalence supérieure à celle observée dans

diverses études menées, une prévalence de 6,5 % a été trouvée en Jordanie (**Ismail et Abutarbush, 2020**), 7 % en Égypte (**Ameen et al., 2019**) et au Sri Lanka (8.8%) (**Ranasinghe et al., 2023**). En revanche, nos résultats révèlent une prévalence inférieure à celle observée dans le centre d'Algérie (26%) (**Ghallache et al., 2021**), en Tunisie (31,7%) (**Saidani et al., 2018**) et au Népal (38.5%) (**Bhandari et al., 2021**). Dans notre recherche, la prévalence élevée d'*E. Coli* peut être dû aux conditions hygiéniques des animaux et de leur milieu environnant. Une hygiène insuffisante du l'arrière-train et des mamelles, fréquemment sales, contribue à la contamination bactérienne. Même si cet agent est généralement lié aux mammites cliniques, une négligence de la litière, un manque d'hygiène dans l'espace de logement et chez les animaux en général peut justifier une fréquence accrue d'*E. Coli*.

Le dernier isolat bactérien qui a été enregistré est représenté par *K. pneumoniae* dans 3.57% de tous les isolats. Ce chiffre est inférieur de ce qui a été isolés par **OuledHamou et al (2020)** dans la région de Tizi-Ouzou où il a enregistré 5.5%. En revanche, des travaux en Turquie ont trouvé une prévalence de 2,9% de *K. pneumoniae* dans les élevages laitiers (**Yilmaz et al., 2022**), et au Danemark, un taux de 3,5% a été noté (**Jensen et al., 2021**).

L'utilisation répandue des antibiotiques a donné des résultats impressionnants dans le traitement des mammites. Cependant, cela a un corollaire indésirable : la résistance des bactéries aux antibiotiques. En effet, l'évolution de la résistance bactérienne aux antibiotiques est une question cruciale, aussi bien pour la médecine humaine que vétérinaire. Cette étude vise également à caractériser le profil de résistance quelque souches isolées (*S. aureus* et *E coli*) face à certaines molécules antibiotiques utilisées en médecine vétérinaire, afin d'obtenir des informations sur l'efficacité potentielle des antibiotiques actuellement disponibles. En Algérie, les informations sur la résistance bactérienne en médecine vétérinaire sont rares. Il semble donc que l'étude de la résistance des souches puisse servir d'outil épidémiologique pour évaluer les conditions de santé liées à la consommation de ces produits alimentaires.

À la lumière des résultats obtenus, on observe une grande fluctuation de la résistance face aux antibiotiques testés. Pour *Staphylococcus aureus*, nos résultats rejoignent ceux de plusieurs auteurs qui ont rapporté de fortes résistances vis-à-vis de la pénicilline G et la tétracycline (**Titouche et al, 2019, Saidi et al., 2019, Ndahetuye et al., 2020**). Nos recherches concordent avec les résultats de **Belmamoun et al (2016), Zikem et Segheir (2022)** et **Seddar-Yagoub et al (2025)**, qui ont rapporté une forte résistance à la pénicilline G (80,95%, 87.5% et 76.92%) et à la tétracycline (71,43 %, 75% et 84.62%) dans la wilaya de

Sidi Bel Abbes, Djelfa et dans l'ouest algérien respectivement. Par ailleurs, **Saidi et al. (2019)** en Algérie, ont rapporté un niveau de résistance à la pénicilline de (100 %) et à la tétracycline de (40 %). Cette grande résistance à la pénicilline et à la tétracycline pourrait être attribuée à l'usage courants de ces antimicrobiens dans les exploitations laitières. De plus, il est suggéré que l'usage régulier des traitements intra-mammaires par les fermiers accentue la résistance. En Algérie, les bêta-lactamines, dont la Pénicilline G, sont fréquemment employées pour traiter la mammite, sans toutefois effectuer de test de sensibilité des souches bactériennes à ces antimicrobiens (**Jamali et al., 2015 ; Papadopoulos et al., 2018**). De nombreuses études menées dans différents pays indiquent une résistance significative à la pénicilline G, à la tétracycline et à d'autres antibiotiques chez les *staphylocoques*. En Inde, **Solanki et al (2023)** ont constaté que les souches de *Staphylococcus aureus* en Inde présentaient des taux de résistance élevés à la pénicilline G (88,9 %), à la tétracycline (83,3 %) et à l'érythromycine (76,9 %).

Une forte sensibilité à la Kanamycine a été enregistrée dans cette étude, qui est de l'ordre de 92,35%. Résultat très similaire avec le constat signalé par **Seddar-Yagoub et al (2025)** où 92.31 % de l'ensemble des *S. aureus* isolés sont sensibles.

Une sensibilité de 92.35 % a été observée vis-à-vis de Trimethoprime+Sulfaméthoxazole, nos résultats sont similaires avec ceux obtenus par **Saidi et al (2019)** et **Seddar-Yagoub et al (2025)**. Nous avons enregistré également une sensibilité à l'amoxicilline + acide clavulanique chez *S. aureus* avec une fréquence supérieure que 92,35%. Notre résultat est proche à ceux indiqués par **Maouche et Merabet en 2018** dans leurs recherches sur les *S. Aureus* à partir du lait de mammites qui est 44.68%.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une large variation de la sensibilité aux antibiotiques examinés. Les souches d'*E. Coli* ont démontré une forte résistance à l'Ampicilline (78,50%) et à la Tétracycline (74%). Nos résultats sont similaires aux conclusions des études précédentes, réalisées en Algérie ainsi que dans d'autres pays, ont rapporté cette résistance élevée aux bêta-lactamines chez les souches de *E. coli* (**Saidi et al., 2019 ;Tahar et al 2020, Seddar-Yagoub et al., 2025**). D'après **Sanders et al (2017)**, les bêta-lactamines et les fluoroquinolones sont les deux classes d'antibiotiques ayant une importance cruciale dans le domaine vétérinaire. Toutefois, une résistance constatée à cette substance pourrait être due à l'usage fréquemment abusif et non régulé des bêta-lactamines dans l'élevage, ainsi qu'à leur faible coût.

Dans cette recherche, on a noté une faible résistance aux autres antibiotiques examinés dans les souches isolées d'*E. Coli*. L'absence de résistance pourrait être due à son efficacité et au faible recours à ces antibiotiques, compte tenu de leur coût élevé comparé à d'autres médicaments.

Concernant la sensibilité des souches d'*Escherichia coli* à la colistine, un taux de sensibilité extrêmement élevé (91,50%) a été enregistré. Des études effectuées par **Sedрати et al (2020)** ainsi que **Chehabi et al (2019)** au Danemark révèlent des taux de sensibilité élevés aux nôtres, atteignant pratiquement 100%. Toutefois, les études de **Bendella et al (2020)** ainsi que **Ghallache et al (2021)** rapportent des taux proches aux nôtres avec 84% et 87% respectivement. Toutefois, la colistine est reconnue pour son action efficace contre l'*Escherichia coli*. Cette faible résistance peut être due à l'utilisation réfléchie et stratégique de cette substance comme traitement, fréquemment associée à d'autres composés tels que l'ampicilline. De plus, la résistance des bactéries Gram négatif à la colistine est peu courante, voire inhabituellement rare.

L'efficacité du triméthoprim-sulfaméthoxazole offre des options de traitement alternatives, mais nécessite un usage responsable pour prévenir le développement d'une résistance supplémentaire. Nos résultats concordent avec celles de **Seddar-Yagoub et al., (2025)** à l'ouest d'Algérie qui ont obtenu une conclusion similaire

*CONCLUSIONS ET
RECOMMANDATIONS*

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les mammites constituent l'un des principaux facteurs de pertes économiques dans les exploitations laitières. D'après les conclusions de cette analyse sur l'élevage de vaches laitières dans la région d'Ain Témouchent, il est évident que les mammites représentent l'une des maladies prédominantes touchant les fermes bovines en Algérie, avec une prévalence observée à 44.11% dans les exploitations suivies dans la région d'Ain Témouchent.

Les mammites bovines sont principalement dues à des agents bactériens. Pour déterminer quel agent est en cause, il est possible de s'appuyer sur la clinique de l'animal, mais il est indispensable de réaliser un diagnostic précis pour mettre en place un traitement adapté. Au vu des résultats d'analyses bactériologiques, une prédominance a été enregistrée pour *Staphylocoque* à coagulase négative (45.51%) suivie par *Staphylococcus aureus* (22.75%) et *Streptococcus spp* (14.25%). D'autres isolements des espèces bactériennes moins fréquents comme *Escherichia coli* (9.20%), *Klebsiella pneumoniae* (3.57%) et *Pseudomonas spp* (1.36%).

L'antibiogramme réalisé sur les isolats de *Staphylococcus aureus* révèle que cinq des huit antibiotiques testés (Kanamycine, Amoxicilline + Acide clavulanique, Triméthoprim + Sulfaméthoxazole et Colistine sulfate) affichent une efficacité dépassant les 80%. L'étude de l'efficacité antibactérienne des antibiotiques contre *Staphylococcus aureus* a révélé une résistance notable à l'ampicilline (74,50%), Tétracycline (80.62%) et à la pénicilline G (75,50%). par ailleurs, l'antibiogramme réalisé sur les souches d'*E. Coli* révèle que plusieurs antibiotiques testés (Colistine sulfate, Kanamycine) ont une efficacité de 90% et plus. En plus, d'autres antibiotiques (Amoxicilline+ Acide clavulanique, Erythromycine et Triméthoprim+ Sulfaméthoxazole) ont une efficacité entre 70% et 80%. Par contre, nous avons révélé une forte résistance d'*E. Coli* à Ampicilline (78.50%) et tétracycline (74%) et streptomycine (52%).

Au vu de l'importance de cette pathologie en élevage, Il vaut mieux prendre des précautions pour améliorer la production et rester en bonne santé que de devoir soigner une maladie. L'énorme occurrence de mammites subcliniques suggère que les techniques employées pour maîtriser et minimiser la prévalence de cette maladie dans les wilayas analysées sont peu performantes. Pour réduire la fréquence des mammites subcliniques, les éleveurs doivent régulièrement dépister ces affections en utilisant le test CMT, veiller à l'état de l'environnement dans lequel vivent les vaches laitières en s'assurant d'une litière propre autant que possible, améliorer les pratiques d'hygiène lors de la traite et élaborer des stratégies et mesures préventives pour leur traitement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ameen F, Reda SA, El-Shatoury SA, Riad EM, Enany ME, Alarfaj AA., 2019.** Prevalence of antibiotic-resistant mastitis pathogens in dairy cows in Egypt and potential biological control agents produced from plant endophyticactinobacteria Saudi Journal of Biological Sciences, 26:1492–1498.
- Amer, S., Gálvez, F.L.A., Fukuda, Y., Tada, C., Jimenez, I.L., Valle, W.F.M..(2018).** Prevalence and etiology of mastitis in dairy cattle in El Oro Province, Ecuador. Journal of Veterinary Medical Science, 80(6), 861- 868.
- Aquib et al., (2021).** *staphylococcus aureus* et la mamelle des vaches laitiers. +IntechOpen
- Ashraf, A., & Imran, M. (2020).** Causes, types, étiologique agents, prévalence, diagnosis, treatment, prevention, effects on human health and future aspects of bovine mastitis. Animal Health Research Reviews, 21(1), 36 – 49. 1
- Auckenthaler, R, 1999.** Activité antibactérienne, spectre, mode d'action et cibles bactériennes. Dans Bergogne-Bérézin, E. et P. Dellamonica. Antibiothérapie en pratique clinique. Masson, Paris. 17-32.
- Bebell, L. M., & Muiru, A. N. 2014.** Antibiotic use and emerging resistance: how can resource-limited countries turn the tide? Global heart, 9(3): 347-358.
- Belmamoun, R.A., Bereksi-Reguig, K., Bouazza, S., Mahmoud-Dif, M. (2016).** Subclinical mastitis on the raw milk as a risk factor for the transmission of *Staphylococcus aureus* and *coagulase-negative staphylococci*, multidrug resistance in Sidi Abbes. Advances in Environmental Biology. 10(6): 1-11.
- Bendella A.N.E.H., Ghazi, K., Meliani, S., (2020).** *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* responsible for bovine mastitis sensitivity to the essential oil of Algerian *Thymus fontanesii* Boiss. et Reut.ASN, Vol. 7, No 1, Pages 26–32.
- Bentayeb, L., Akkou, M., Si-Ahmed Zennia, S., Titouche, Y., Doumandji, A., Megateli, S. (2023).** Impacts of subclinical mastitis on milk quality, clotting ability and microbial resistance of the causative *Staphylococci*. Large Animal Review 29, 105-111.
- Bhandari Suman, Deepak Subedi, Bibas Bahadur Tiwari, Prajjwal Shrestha, Shambhu Shah, and Ahmad I. Al-Mustapha., (2021) :** Prevalence and risk factors for multidrug-resistant *Escherichia coli* isolated from subclinical mastitis in the western Chitwan region of Nepal. J. Dairy Sci. 104:12765–12772 Ayman Elbehirya,b, Eman Marzoukb, Ihab M. Moussac,d, AfrahAlenzie, Khalid S. Al-Maaryc
- Blowey, R., & Edmondson, P. (2010).** Mastitis control in dairy herds. CABI Publishing. Prevalence, incidence and risk factors of heifer mastitis. Veterinary Microbiology, 134(1-2), 82–88.
- Bonardi, S., Cabassi, C. S., Fiaccadori, E., Cavirani, S., Parisi, A., Bacci, C., Lamperti, L., Rega, M., Conter, M., Marra, F., Crippa, C., Gambi, L., Spadini, C., Lannarelli, M., Paladini, C., Filippin, N., & Pasquali, F. (2023).** Detection of carbapenemase- and ESBL-producing *Klebsiella pneumoniae* from bovine bulk milk and comparison with clinical human isolates in Italy. International Journal of Food Microbiology, 387, Article 110049.

Bosquet G. (2013) Référentiel vétérinaire 2013 pour le traitement des mammites bovines. In : JNGTV. Proceedings la prévention, approches opérationnelles, 15-17 mai 2013, Nantes. SNGTV, P995.

Bosquet, D., Gillet, N., & Rainard, P. (2005). Evaluation de la sévérité des mammites bovines en élevage laitier. Bulletin des GTV, 41, 41-48.

Bouamra, M., Ziane, M., Akkou, M., Bentayeb, L. and Titouche, Y. (2024). Effect of Subclinical Mastitis Detected in the First Month of Lactation on the Reproductive Performance of Dairy Cows in Western Algeria. Asian Journal of Dairy and Food Research. 43(4): 650-656.

Bouaziz O. (2005). Contribution à l'étude des infections intra mammaires de la vache laitière dans l'Est Algérien. Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat d'État en pathologie de la reproduction. Département des sciences vétérinaires. Université de Constantine.

Bounoua C, Souna D, Bekara MEA, Belabdi I, Sebahia M, Mimoune N (2026): Bovine mastitis: Risk factors and isolation of Gram-negative bacteria in Western Algeria. Vet Med-Czech 71, 54–61.

Bradley, A. J. (2002). Bovine mastitis: An evolving disease. The Veterinary Journal, 164(2), 116–128. <https://doi.org/10.1053/tvjl.2002.0724>

Bradley, A. J. (2002). Bovine mastitis: An evolving disease. The Veterinary Journal, 164(2), 116–128.

Calvinho, L.F., Tirante, L., Oddone, F. (1998). Prevalence des agents pathogènes des mammites

Carle, S. 2009. La résistance aux antibiotiques : un enjeu de santé publique important ! Pharmactuel, 42.

Chehabi C.N., Nonnemann B., Astrup L.B., Farre M., and Pedersen, K., (2019). In vitro Antimicrobial Resistance of Causative Agents to Clinical Mastitis in Danish Dairy Cows. Mary Ann Liebert, Inc. DOI: 10.1089/fpd.2018.2560.

Cheng J., Qu, W., Barkema H.W., Nobrega D.B., Gao J., Gang Liu De Buck J., Kastelic J.P., Sun H., and Han B., (2019). Antimicrobial resistance profiles of 5 common bovine mastitis pathogens in large Chinese dairy herds. J Dairy Sci 102:2416-26.

Clinical and Laboratory Standards Institute. (2022). Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals (VET08, 5th ed.). CLSI.

Cobirka M, Tancin V, Slama P. (2020). Epidemiology and Classification of Mastitis. Animals. 10 (12), pp. 2212.

Contreras, G. A., & Rodríguez, J. M. 2011. Mastitis: comparative etiology and epidemiology. Journal of mammary gland biology and neoplasia, 16(4): 339-356.

Contreras, G. A., & Rodríguez, J. M. 2011. Mastitis: comparative etiology and epidemiology. Journal of mammary gland biology and neoplasia, 16(4): 339-356.

Corona-Gomez, L., Hernandez-Andrade, L., Mendoza-Elvira, S., Suazo, F. M., Ricardo-Gonzalez, D. I., & Quintanar-Guerrero, D. (2022). In vitro antimicrobial effect of essential tea tree

oil (*Melaleuca alternifolia*), thymol, and carvacrol on microorganisms isolated from cases of bovine clinical mastitis. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 10(1), 72 – 79.

D’Costa, V. M., King, C. E., Kalan, L., Morar, M., Sung, W. W., Schwarz, C., Froese, D., Zazula, G., Calmels, F., & Debruyne, R. 2011. Antibiotic resistance is ancient. *Nature*, 477(7365): 457-461.

Deluyker, H., Van Oye, S., & Boucher, J. 2005. Factors affecting cure and somatic cell count after pirlimycin treatment of subclinical mastitis in lactating cows. *Journal of dairy science*, 88(2): 604-614.

Desert, C., & Riou, M. (2014). Impact des mammites subcliniques sur les performances en élevage bovin laitier. *Point Vétérinaire*, 45(360), 35-40.

Du Preez, J. 2000. Bovine mastitis therapy and why it fails: continuing education. *Journal of the South African Veterinary Association*, 71(3): 201-208.

Durel L. ; Faroult B. ; Lepoutre D. ; Brouillet P. ,2003. Mammites des bovins (cliniques et subcliniques) : La dépêche : démarches diagnostiques et thérapeutiques .La dépêche technique, 87, pp. 39.

Durel, P., Sulpice, P., Barillet, F., & Médaille, C. (2011). Quelles conséquences des mammites pour les vaches et pour l'élevage ? *Bulletin des GTV*, 45, 53-58.

El-Ashker, M., Gwida, M., Tomaso, H., Monecke, S., Ehricht, R., El-Gohary, F., & Hotzel, H. 2015. *Staphylococci* in cattle and buffaloes with mastitis in Dakahlia Governorate, Egypt. *Journal of dairy science*, 98(11): 7450-7459. ty and quality of milk. Volume 1: Milk production and processing: 246-263.

EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). (2023). Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters (Version 13.0). <https://www.eucast.org>

Ghallache Loubna, Abdellah Mohamed-Cherif, Bernard China, Faiza Mebkhout , Nesrine boillatbi, Alaoua Bouchema, Ahmed Rebia, Ammar Ayachi, Djemel Khelef, Kamel Miroud, And Khatima Ait-Oudhia,.(2021) . Antibiotic Resistance Profile of *Escherichia coli* Isolated From Bovine Subclinical Mastitis of Dairy Farms in Algeria from 2017 to 2019. *World Vet J*, 11(3) : 402-415, September 25, 2021.

Guillemot, D. 2006. Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine. 214p: Rapport

Halasa, T.,Huijps, K., Osteras,O., Hogeveen, H.,(2007).Economic effects of bovine mastitis ,*Journal of Dairy Science*,90(2),563-575

Hamann, J., & Griffiths, M. 2010. Mastitis and raw milk quality, safety and yield. Improving the safe

Hanzen, C. 2015. Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire .Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques. Approches individuelles et de troupeau des mammites.

Hoque, M.N, Das, Z.C, Talukder, A.K., Alam, M.S., Rahman, A.N.M.A. (2014). Different screening tests and milk somatic cell count for the prevalence of subclinical bovine mastitis in Bangladesh. *Tropical Animal Health and Production*, 47(1), 79–86.

Ismail ZB, and Abutarbush SM., (2020). Molecular characterization of antimicrobial resistance and virulence genes of *Escherichia coli* isolates from bovine mastitis. *Veterinary World*, 13:1588-1593.

Jamali H., Paydar M., Radmehr B., Ismail S., Dadrasnia A. (2015). Prevalence and antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk and dairy products. *Food Control* 54, 383-388.

Jensen, A. M., & Nielsen, M. D. (2021). Prevalence and antimicrobial susceptibility of mastitis-causing pathogens in Danish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 197, 105500.

Kebbal S, Belala R, Mimoune N. 2025 Economic impact of mastitis in dairy cattle farms in Blida, Algeria. *Afr J Bio Sc.* 4;6(16):173-82.

Kebbal, S., Hanzen ,C., & Guetarni ,D .2010. Estimation des pertes et impact économique des mammites en élevage bovin laitier dans la région de Blida. Troisièmes Journées d'Epidémiologie Animale Blida.

Kibebew, K (2017) mammites bovin : revue des causes et aspects épidémiologiques. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*

Kitchen, B. J. (1981). Review of the progress of dairy science: Bovine mastitis: Milk compositional changes and related diagnostic tests. *Journal of Dairy Research*, 48(1), 167–188.

Labbe JF. (2019) Détection des mammites chez la vache laitière hors bactériologie : paramètres utilisables et choix des tests. *Bulletin des GTV*, 95, pp 51 -5 8

M'sadak, Y., Makhoulf, M., & Sboui, H. (2014). Valuation of Conditions of Mechanized Milking of Cows and of the Mammary Health Situation in the East Central De Sousse (Tunisia). *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 6(2), 127-143.

Madec, J.-Y. 2012. État des lieux de la résistance aux antibiotiques chez l'animal en France : faits marquants et tendances. *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France*, 165(2): 103-108.

Maouche Nesrine, Merabet Celia (2018). Isolement de souches de *Staphylococcus aureus* à partir du lait de mammites et de certains produits laitiers. Université Bejaïa.

Markey, B., Leonard, F., Archambault, M., Cullinane, A., & Maguire, D. 2013. Clinical veterinary microbiology: Elsevier Health Sciences:105-433.

Mazreku N, Sylejmani D, Robaj A (2025). Prevalence of subclinical mastitis, related risk factors, and antimicrobial susceptibility of bacteria isolated from the milk of dairy cows in Kosovo. *Vet Med-Czech* 70, 117–123.

Mbindyo CM, Gitao GC, Mulei CM. 2020. Prevalence, Etiology, and Risk Factors of Mastitis in Dairy Cattle in Embu and Kajiado Counties, Kenya. *Veterinary Medicine International*, 2020, 1–12.

Meskini, Z., Dahou, A.E.A., Radja, D.S., Yerou, H., Homrani, A. (2023). Survey of herd management on conventional dairy farms in North Algeria. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*. 37(1): 95-108.

- Muylaert, A., & Mainil, J. 2012.** Résistances bactériennes aux antibiotiques : les mécanismes et leur “contagiosité”. *Ann. Méd. Vét*, 156: 109-123.
- Ndahetuye, J., Persson, Y., Nyman, A., Tukei, M., Ongol, M., Båge, R., 2019.** A etiology and prevalence of subclinical mastitis in dairy herds in peri-urban areas of Kigali in Rwanda. *Trop. Anim. Health Prod.* 1–8.
- Nguyen, B. T., Briggs, K. R., & Nydam, D. V. (2022).** Dairy production sustainability through a one-health lens. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 261 (1), 12 – 16.
- Norberg, E. (2005).** Electrical conductivity of milk as a phenotypic and genetic indicator of bovine mastitis: A review. *Livestock Production Science*, 96(2–3), 129–139.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2021).** Antimicrobial resistance. WHO Fact Sheet. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
- Ouled Hamou, S., & Bekal, S. (2020).** Bacterial Agents of Bovine Mastitis and Their Antimicrobial Susceptibility in Tizi Ouzou Province, Algeria. *Algerian Journal of Veterinary Medicine*, 4(2), pp. 88-95.
- Papadopoulos P., Papadopoulos T., Angelidis A .S., Boukouvala E., Zdragas A., Papa A., Hadjichristodoulou C. Et Sergelidis D. (2018).** « Prevalence of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) along the production chain of dairy products in north-western Greece ». *Food Microbiology* 69, 43-50.
- Paramasivam et al., (2023)** la résistance aux antimicrobiennes dans les produits laitiers constitue-t-elle une menace sur la santé humaine ? Revue actualiser sur l’origine, la prévention, le traitement et les impacts économiques des mammites subcliniques. *Infection and Drug Résistance bovines dans les troupeaux laitiers*.journal of dairy science, 81(5) ,1223-1230.
- Peng, J., Lu, Q., Liu, X., Deng, Y., Shang, T., Yuan, L., Zhang, H., & Zeng, Q. (2022).** Antibacterial effect of synthetic ultra-short lipopeptide on *Streptococcus agalactiae* and its active on bacterial mastitis in mice. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 601, 153 – 159.
- Poutrel, B. (2008).** Les mammites : étiologie et prévention. *Revue scientifique et technique*, 27(1), 39–48.
- Pyörälä, S. (2003).** Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. *Veterinary Research*, 34(5), 565–578.
- Pyörälä, S., & Taponen, S. (2009).** *Coagulase-negative staphylococci*—Emerging mastitis pathogens. *Veterinary Microbiology*, 134(1-2), 3–8.
- Quinn, P. J., Markey, B. K., Carter, M. E., Donnelly, W. J., & Leonard, F. C. (2011).** *Veterinary microbiology and microbial disease* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2007).** *Veterinary medicine* (10th ed.). Saunders Elsevier.

- Rahularaj, R., Deshapriya, R.M.C., Ranasinghe, R.M.S.B.K. (2019).** Influence of bovine sub-clinical mastitis and associated risk factors on calving interval in a population of crossbre lactating cows in Sri Lanka. *Tropical Animal Health and Production*. 51: 2413-2419.
- Ranasinghe, R.M.S.B.K., Deshapriya, R.M.C., Abeygunawardana, D.I., Rahularaj, R., Dematawew, C.M.B. (2021).** Subclinical mastitis in dairy cows in major milk- producing areas of Sri Lanka: prevalence, associated risk factors, and effects on reproduction. *Journal of Dairy Science* 104 (12) 12900-12911.
- Rebiahi, Sid Ahmed. (2012).** 'Caractérisation de souches de Staphylococcus aureus et étude de leur antibiorésistance au niveau du centre hospitalo-universitaire de Tlemcen', Université de Tlemcen.
- Remy D., (2010).** Les mammites : hygiène, prévention, environnement, 1re édn. Paris, France, La france agricole, 260 p.
- Rossi, R. S., Amarante, A. F., Correia, L. B. N., Guerra, S. T., Nobrega, D. B., Latosinski, G. S., Rossi, B. F., Rall, V. L. M. Et Pantoja, J. C. F., 2018.** Diagnostic accuracy of Somati cell, California Mastitis Test, and microbiological examination of composite milk to detect Streptococcus agalactiae intramammary infections. *Journal of Dairy Science*. novembre 2018. Vol. 101, n° 11, pp. 10220-1022.
- Ruegg, P. L. (2017).** A 100-year review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10381–10397.
- Saidani M, Messadi L, Soudani A. (2018).** Epidémiologie, Antimicrobial Resistance, and Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing Enterobacteriaceae in Clinical Bovine Mastitis in Tunisia. *Microbial Drug Resistance (Larchmont, N.Y.)*, 24:1242-1248.
- Saidi, R., Mimoune, N., Baazizi, R., Benaissa, M., Khelef, D., Kaidi, R. (2019).** Antibiotic susceptibility of staphylococci isolated from bovine mastitis in Algeria. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 6(2): 231.
- Sanders P., Perrin-Guyomard A. & Moulin G, 2017.** -Évolution de l'utilisation des antibiotiques en production animale. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 52: 301-311.
- Schalm, O. W., & Noorlander, D. O. (1957).** Experiments and observations leading to development of the California Mastitis Test. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 130(5), 199–204.
- Schwarz S, Loeffler A, Kadlec K. (2017).** Bacterial resistance to antimicrobial agents and its impact on veterinary and human medicine. *Vet Dermatol*, 28. pp. 82-119.
- Sébastien, Benoit, Bernard Versluys. (2019).** 'L'antibiorésistance Dans Les Principales Filières de Production: Enjeux, Impact et Pertinence Des Mesures De Lutte', École Nationale Vétérinaire D'Alfort.
- Seddar-Yagoub, F., Dahou, A.E.A., Meskini, Z., Homrani, A. and Rechidi-Sidhoum, N. (2025).** Subclinical Mastitis Prevalence and Antimicrobial Susceptibility Profile in Western Algerian Dairy Herds. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 1-7.

Serieys F. ,1985. La numération des cellules du lait : interprétation pour le diagnostic et le suivi des infections mammaires. Recueil de médecine vétérinaire : Les mammites bovines, 161, (6-7), p. 553-566.

Shaheen, M.Ha Tantary, T. (2015) traite sur la mammite bovine : maladie et économie de la maladie, bases étiologiques, facteurs de risqué, impactes sur la santé humaine, prise en charge thérapeutique, préversion et stratégies de contrôle.

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

Sharun K, Dhama K, Tiwari R, Gugjoo MB, Iqbal Yatoo Mohd, Patel SK. (2021). Advances in therapeutic and managemental approaches of bovine mastitis: a comprehensive review. Vet Q. 41 (1), pp. 107 -1 36.

Solanki, S., Purohit, K. and Dev I, D. (2023).Multidrug-resistant Bacterial Isolates in Bovine Subclinical Mastitis from Southern Rajasthan. Asian Journal of Dairy and Food Research. 42(1): 53-59.

Srivastava, A. K., Tiwari, R., Kumar, A., Narang, A., Kumar, A., & Kumar, A. (2015). Subclinical mastitis in dairy cows: Risk factors, diagnosis, and control strategies. Veterinary World, 8(8), 1023-1030.

Tahar S, Nabil MM, Safia T, Ngaiganam EP, Omar A, Hafidha C, Hanane Z, Rolain JM,Diene SM., 2020. Molecular Characterization of Multidrug-Resistant *Escherichia coli* Isolated from Milk of Dairy Cows with Clinical Mastitis in Algeria. *Journal of Food Protection*, 83:2173-2178.

Tong X, Barkema HW, Nobrega DB, Xu C, Han B, Zhang C, Yang J, Li X, Gao J. 2025. Virulence of bacteria causing mastitis in dairy cows: A literature review. Microorganisms. 15; 13(1):167.

Vidal Amaral, J. R., Juc ´ a Ramos, R. T., Almeida Araújo, F., Bentes Kato, R., Figueira Aburjaile, F., de Castro Soares, S., Goes-Neto, A., Matiuzzi da Costa, M., Azevedo, V., Brenig, B., Soares de Oliveira, S., & Soares Rosado, A. (2022). Bacteriocin producing *Streptococcus agalactiae* strains isolated from bovine mastitis in Brazil. Microorganisms,, 10(3).

Viguiet, C., Arora, S., Gilmartin, N., Welbeck, K., & O’Kennedy, R. (2009). Mastitis detection : Current trends and future perspectives. Trends in Biotechnology, 27(8), 486-493.

Yang, F.L., Shen, C., He, B.X, Yang, Y.Y., Gong, D.C., Li, X.S. (2014). The prevalence of heifer mastitis and its associated risk factors in Huanggang, Central China. Tropical Animal Health and Production, 47(1), 87–92.

Yilmaz, S., Demir, B. (2022). Determination of antibiotic resistance and biofilm formation in *Klebsiella* strains isolated from bovine mastitis cases in Turkey. *Journal of Veterinary Research*, 49(3), pp. 240-248.

Zaatout N, Ayachi A, Kecha M., (2019). Epidemiological investigation of subclinical bovine Mastitis in Algeria and molecular characterization of biofilm-forming *Staphylococcus aureus*. Trop Anim Health Product, 52(1), 283–92.

Zakaria Meskini , Nadra Rechidi-Sidhoum, Khadidja Zouaoui, Khalil Bounaama , Abdelkader Homrani., 2021. Infectious aetiologies of subclinical bovine mastitis and antimicrobial susceptibility on northwest of algeria. Veterinaria vol .70 • Issue 3 •2 0 2 1

Zalewska Magdalena, Paulina Brzozowska, Magdalena Rzewuska, Ewelina Kawecka-Grochocka, Daria M. Urbńska, Tomasz Sakowski, and Emilia Bagnicka, 2024. The quality and technological parameters of milk obtained from dairy cows with subclinical mastitis. J. Dairy Sci. 108:1285–1300.

Zikem Khaoula, Secheir Soumia (2022). Les mammites cliniques des bovins. Université de Djelfa.

Résumé

La mammite demeure l'un des trois principaux défis pour la production laitière mondiale, entraînant des pertes économiques considérables. Les estimations actuelles de la prévalence spécifique à chaque agent pathogène sont essentielles pour une surveillance efficace et une lutte efficace contre la maladie. L'objectif de cette étude a été de contribuer à la recherche de germes pathogènes majeurs responsables des infections mammaires chez la vache laitière dans la région d'Ain Témouchent. Nous avons procédé, chez 170 vaches en lactation, au dépistage par Californian Mastitis Test (CMT). Les laits positifs au CMT ont subi des analyses bactériologiques. Nos résultats montrent que la mammite reste une pathologie dominante dans l'élevage bovin. En effet, nous avons enregistré une prévalence de 44.11% cas de mammite subclinique. Au vu des résultats d'analyses bactériologiques, une prédominance a été enregistrée pour *Staphylocoque à coagulase négative* (45.51%) suivie par *Staphylococcus aureus* (22.75%) et *Streptococcus spp* (14.25%). D'autres isollements des espèces bactériennes moins fréquents comme *Escherichia coli* (9.20%), *Klebsiella pneumoniae* (3.57%) et *Pseudomonas spp* (1.36%). L'étude de la sensibilité aux antibiotiques a montré l'existence de résistances, avec des proportions variables selon les familles d'antibiotiques. En conclusion, il vaut mieux prendre des précautions pour améliorer la production et rester en bonne santé que de devoir soigner une maladie.

Mots clés : *Staphylococcus aureus*, mammite, Californian Mastitis Test

Abstract

Mastitis remains one of the three major challenges to global dairy production, resulting in significant economic losses. Current estimates of the specific prevalence of each pathogen are essential for effective disease surveillance and control. The objective of this study was to contribute to the identification of major pathogens responsible for mastitis infections in dairy cows in the Ain Témouchent region. We screened 170 lactating cows using the Californian Mastitis Test (CMT). Milk samples that tested positive for CMT underwent bacteriological analysis. Our results show that mastitis remains a dominant disease in cattle farming. Indeed, we recorded a prevalence of 44.11% of subclinical mastitis cases. Based on the results of bacteriological analyses, a predominance was recorded for *coagulase-negative Staphylococcus* (45.51%), followed by *Staphylococcus aureus* (22.75%) and *Streptococcus spp.* (14.25%). Other isolated bacterial species included *Escherichia coli* (9.20%), *Klebsiella pneumoniae* (3.57%), and *Pseudomonas spp.* (1.36%). Antibiotic susceptibility testing revealed the existence of resistance, with varying proportions depending on the antibiotic class. In conclusion, it is better to take precautions to improve production and maintain good health than to have to treat an illness.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, mastitis, Californian Mastitis Test

ملخص

لا يزال التهاب الضرع أحد التحديات الرئيسية الثلاثة التي تواجه إنتاج الألبان العالمي، مما يسبب خسائر اقتصادية كبيرة. تُعدّ التقديرات الحالية لانتشار كل مسبب مرضي ضرورية للمراقبة الفعالة للمرض ومكافحته. هدفت هذه الدراسة إلى المساهمة في تحديد مسببات المرضية الرئيسية المسؤولة عن عدوى التهاب الضرع في أبقار الألبان في منطقة عين تموشنت. فحصنا 170 بقرة مُرضعة باستخدام اختبار كاليفورنيا لالتهاب الضرع (CMT). خضعت عينات الحليب التي أظهرت نتائج إيجابية لاختبار CMT لتحليل بكتيريولوجي. تُظهر نتائجنا أن التهاب الضرع لا يزال مرضًا سائدًا في تربية الماشية. في الواقع، سجلنا انتشارًا بنسبة 44.11% لحالات التهاب الضرع تحت السريري. بناءً على نتائج التحليلات البكتيريولوجية، سُجلت غلبة للمكورات العنقودية سلبية الكواغلاز (45.51%)، تليها المكورات العنقودية الذهبية (22.75%)، ثم أنواع المكورات العقدية (14.25%). شملت أنواع البكتيريا المعزولة الأخرى الإشريكية القولونية (9.20%)، والكلبسيلا الرئوية (3.57%)، وأنواع الزائفة (1.36%). وكشف اختبار حساسية المضادات الحيوية عن وجود مقاومة، بنسب متفاوتة تبعًا لفئة المضاد الحيوي. وخلاصة القول، من الأفضل اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتحسين الإنتاج والحفاظ على الصحة الجيدة بدلًا من الاضطرار إلى علاج المرض.

الكلمات المفتاحية: المكورات العنقودية الذهبية، التهاب الضرع، اختبار التهاب الضرع في كاليفورنيا