REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCEAGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques
Spécialité : Production et Nutrition Animale

Thème

Conditions d'élevage et mammites chez la vache laitière. Etude de cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Réalisé par

M elle SID ALI Nesrine

M elle HAROUN Zahra

Membre de Jury :

Président :	Mme. DORBANE Z.	MCB	UMMTO
Promotrice :	Mme. TERRANTI S.	Attaché de Recherche	INRAA
Co-Promoteur :	Mr MOUHOUS A.	MCA	UMMTO
Examinateur 1 :	Mme. ZIRMI ZEMBRI N.	Docteur	UMMTO
Examinateur 1 :	Mme. CHERFAOUI D.	MCB	UMMTO

Promotion 2021/2022

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu le bon ***Dieu*** de nous avoir donné la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidé et soutenue en particulier :

Madame TERRANTI S., de l'INRAA, promotrice et coordinatrice de l'activité de recherche « **Amélioration de la prévention des mammites dans les élevages bovins laitiers** », pour avoir proposé ce thème de recherche et accepté de le diriger, et pour sa patience ainsi sa confiance, nous sommes reconnaissants pour son aide, ses critiques constructives et ses conseils qui nous ont été d'un apport capitale.

Notre professeur et Co-promoteur ***Monsieur MOUHOUS A.***, pour son encouragements, ses conseils bienveillants et sa rigueur scientifique.

Madame TAZKA H. Chef de Division de Recherche des Productions Animales de l'INRAA et responsable du projet «Contribution à l'amélioration de la reproduction et de la santé du cheptel bovin laitier dans la région Centre ».

Madame Massilia Mansouri, Vétérinaire, pour nous avoir accompagnées dans l'ensemble des exploitations enquêtées, réalisé le dépistage au CMT, prélevé les échantillons de lait et effectué l'ensemble des analyses bactériologiques. Nous lui sommes reconnaissantes pour sa disponibilité, sa gentillesse et ses conseils.

Mme KECHIH S., La Directrice du LVR de Draa Ben Khedda (INMV) et son personnel, pour avoir accompagné la réalisation des analyses bactériologiques.

Monsieur CHEBBAH de la Chambre Nationale d'Agriculture et Benhassine Rafik, Responsable du Département Développement de l'ONIL pour leur disponibilité.

Docteur HAMI, Vétérinaire à Freha : pour sa précieuse aide dans le ciblage des éleveurs, notre introduction dans des exploitations et toutes les autres facilités accordées.

Les éleveurs, pour leur disponibilité, leur collaboration effective et leur patience lors des enquêtes et la confiance qu'ils nous ont faite en nous permettant la manipulation de leur cheptel. Nous ne les remercierons jamais assez. En particulier, ***AIT YOUCEF Ali***.

Nos camarades de promotion, ***Yasmine*** et ***Hanane*** pour la coordination et le travail fait en commun, en début de parcours des activités de terrain.

Dédicaces

*A*vec un énorme plaisir et un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce travail à :

Ceux qui ont donné un sens à mon existence, en m'offrant une éducation digne de confiance

A mon ***père***, école de mon enfance, qui a été mon nombre durant toutes les années d'études,

Et qui a veillé toute au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A ma ***mère***, celle qui m'a donnée la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite…

A mes chères frères : ***Ali et Bilal***

A ma petite sœur « ***Anaïs*** »

A ma chère binôme « ***Zahra*** »

A mes chères amies : ***Yasmine, Hanane, Kenza, Lynda et Nabila***

A la mémoire de mon grand-père « ***Sid Ali Ali*** » qui nous à quitter et qui a attendu ce jour beaucoup plus que moi la miséricorde de Dieu.

A tous ceux qui me sont chères, A tous ceux que Jaime, A tous ceux ont contribués de près ou de loin en particulier le père de mon binôme à la réalisation de ce mémoire, je vous dis Merci.

Nesrine

Dédicaces

*A*vec un énorme plaisir et un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce travail à :

Ceux qui ont donné un sens à mon existence, en m'offrant une éducation digne de confiance

A mon ***père***, école de mon enfance, qui a été mon nombre durant toutes les années d'études,

Et qui a veillé toute au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

A ma ***mère***, celle qui m'a donnée la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite...

A mon chère frère : ***Mohamed Ouali***

A mes chères sœurs *:* ***Ourida, Ferroudja, Djamila, Lydia.***

A l'homme de ma vie : ***Zouhir***

A mes chers ***neveux*** et mon adorable ***Nièce***

A ma chère binôme : ***Nessrine***

A mes chères amis (e) **: *Djamel, Lylia, Kamilia, Yasmine et Hanane.***

A la mémoire de mes ***grands-parents*** et ma tante ***Farida*** qui nous à quitter et qui a attendu ce jour beaucoup plus que moi la miséricorde de Dieu.

A tous ceux qui me sont chères, A tous ceux que Jaime, A tous ceux ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, je vous dis merci.

Zahra

Liste des abréviations

AARN : Algerian Antimicrobial Resistance Network.

ADN : Acide Désoxyribonucléique.

CCS : Le Comptage des Cellules Somatiques.

CMT : California Mastitis Test.

CNA : Chambre Nationale d'Agriculture.

DSA : Direction des Services Agricoles.

FAO : Food And Agriculture Organization

FNRDA : Fonds National de Régulation et de Développement Agricole.

INMV : Institut National de Médecine Vétérinaire.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

LVR : Laboratoire Vétérinaire Régionale Centre.

OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé.

ONIL : Office National Interprofessionnel du Lait et des produits laitiers.

SAU : Surface Agricole Utile.

Liste des figures

Figure 1 : Les différentes tissus qui soutiennent la mamelle. 3

Figure 2 : Schéma de la glande mammaire. 4

Figure 3 : Le déséquilibre de la mamelle (30% des animaux) est un facteur de risque de mammite. 8

Figure 4 : Une mamelle décrochée (extrémité des trayons au-dessous de la ligne des jarrets), est un facteur de risque de mammite. 8

Figure 5 : Evolution de la production laitière (Kg/J) en fonction du stade de lactation pour chaque rang de lactation. 11

Figure 6 : Bâtiment et qualité du lait. 16

Figure 7 : Un déséquilibre de la mamelle causé par une mammite clinique. 26

Figure 8 : Zone de gangrène. 27

Figure 9 : Aspect de la sécrétion. 27

Figure 10 : Différents causes pouvant provoquer une mammite. 28

Figure 11 : Escherichia Coli : une source permanente : les fèces. 30

Figure 12 : Les trois possibilités d'évolution lors de l'apparition d'une mammite. 33

Figure 13 : La wilaya de Tizi- Ouzou et ses principales limites administratives. 48

Figure 14 : Etapes de la méthodologie de réalisation de l'étude.....48

Figure 15 : Etapes de réalisation du test CMT.....51

Figure 16 : Réalisation des prélèvements d'échantillons de lait pour l'analyse bactériologique.53

Figure 17 : Répartition des élevages selon l'effectif de vaches laitières présentes dans l'exploitation. 55

Figure 18 : Répartition des exploitations pour vaches lactantes par vaches présentes (%).....56

Figure 19 : Type de stabulation. 56

Figure 20 : Présence d'une aire d'exercice. 56
Figure 21 : Litière dans le bâtiment. 56
Figure 22 : Pratique du pâturage. 56
Figure 23 : Lieu de traite. 56
Figure 24 : Type de traite. 56
Figure 25 : Achat de vaches de l'extérieure. 57
Figure 26 : Isolement des vaches achetées. 57
Figure 27 : Isolement des vaches malades. 57
Figure 28 : Dépistage de mammites subcliniques taries. 58
Figure 29 : Traitement des vaches taries. 58
Figure 30 : Cas de réforme pour mammites. 58
Figure 31 : Documents de suivi sanitaire. 58
Figure 32 : Formation sur l'hygiène de la traite et du bâtiment. 58
Figure 33 : Présentation du bâtiment. 59
Figure 34 : Aération du bâtiment. 59
Figure 35 : Courant d'air dans le bâtiment. 59
Figure 36 : Type du sol. 59
Figure 37 : Sol du bâtiment avec pente légère. 59
Figure 38 : Fréquence de renouvellement de la litière. 59
Figure 39 : Moment de renouvellement de la litière. 59
Figure 40 : Tenue de traite. 60
Figure 41 : Lavage des mains avant et pendant la traite. 60
Figure 42 : Nettoyage de la mamelle avant traite. 60

Figure 43 : Essuyage de la mamelle. 60

Figure 44 : Désinfection des trayons après la traite. 60

Figure 45 : Nettoyage du chariot trayeur. 61

Figure 46 : Elimination des 1ers jets de lait. 61

Figure 47 : Couchage des vaches après la traite. 61

Figure 48 : Traite des vaches malades. 62

Figure 49 : Traite des vaches achetées. 62

Figure 50 : Proportion des vaches propres dans les exploitations. 62

Figure 51 : Proportion des vaches peu sales dans les exploitations. 63

Figure 52 : Proportion des vaches sales dans les exploitations. 63

Figure 53 : Proportion des vaches très sales dans les exploitations. 64

Figure 54 : Effectifs des différentes catégories de propreté des vaches. 64

Figure 55 : Proportions des différentes statuts sanitaires de vaches (saines, avec mammites cliniques et mammites sub cliniques) 65

Figure 56 : Nombre totale de mammites rapporté aux vaches lactantes. 66

Figure 57 : Les principaux germes isolés dans les élevages étudiés. 66

Figure 58 : Nombre de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques isolées dans les élevages. 67

Figure 59 : Fréquence des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques isolées dans les élevages. 68

Liste des tableaux

Tableau 1 : La composition du lait de différentes races bovines. 10

Tableau 2 : Les mécanismes de transmission et de dissémination des germes au cours et entre les traites. 18

Tableau 3 : Antibiotiques utilisés pour le traitement des mammites en lactation.....41

Tableau 4 : Antibiotiques utilisés pour le traitement des mammites hors lactation.....42

Tableau 5 : Interprétation des résultats CMT.....52

Sommaire

Introduction 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : La Production de lait

I.1.1.Anatomie et fonctionnement de la mamelle. 3

I .1.1.2. Sécrétion du lait. 4

I .1.1.3. Composition cellulaire du lait. 5

I .1.2. Les défenses naturelles de la mamelle. 6

I .1.2.1. Défenses basses (au niveau du trayon). 6

I .1.2.2. Défenses hautes (au niveau de la mamelle). 7

I .1.3. Les causes de fragilisation de la mamelle. 7

I .1.3.1. Anatomie inadéquate de la mamelle. 7

I .1.3.2. Présence de lésions. 8

I .1.3.3. Amélioration génétique de la vitesse de traite. 9

I.2.Facteures de variation qualitative et quantitative de la production du lait. 9

I 2.1. Facteurs intrinsèques. 9

I.2.2. Facteurs extrinsèques. 12

Chapitre II : Pratiques d'élevages et mammites.

II.1. Choix des animaux. 15

II.2. Lieux d'élevages. 16

II.3. La traite 17

II.4.L'alimenation.....19

II.5. L'état général et le bien-être 19

II.6. Prophylaxie et traitement.....19

II.7. Examen des performances du troupeau.....22

II.8. Tenue de documents de suivi de l'élevage. 22

Chapitre III : Les mammites bovines et la résistance aux antibiotiques.

III.1. Les mammites.....24

III.1.1. Définition des mammites. 24

III.1.2. Différents types de mammites. 24

III.1.2.1. Mammites subcliniques.....24

III.1.2.2. Mammites cliniques. 25

III.1.3. Causes des mammites. 28

III.1.4. Germes responsables des mammites.....28

III.1.4.1. Germes de réservoir ou de la mamelle. 29

III.1.4.2.Germes d'environnement. 30

III.1.5. Evolution des mammites. 31

III.1.6. Traitement et prévention des mammites. 33

III.1.6.1. Le traitement des mammites.....33

III.1.6.2. Prévention des mammites.....36

III.1.7. Conséquences des mammites. 37

III.1.7.1. Conséquences économiques. 37

III.1.7.2. Conséquence sanitaires. 38

III.1.7.3. Conséquence environnementales. 38

III.2. La résistance aux antibiotiques. 39

III.2.1. Définition des antibiotiques et la résistance aux antibiotiques. 39

III.2.1.1. Les antibiotiques. 39

III.2.1.2. La résistance aux antibiotiques. 39

III.2.2. Utilisation des antibiotiques dans le traitement des mammites. 40

III.2.3. Conséquences de l'utilisation des antibiotiques dans le traitement des mammites. 43

III.2.4. La surveillance de la résistance aux antibiotiques. 43

III.2.4.1. Au niveau mondial. 44

III.4.2. Au niveau national. 44

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre IV : Matériel et Méthodes.

IV.1. Problématique et Objectifs. 46

IV.2. La région d'étude. 47

IV.3. La démarche méthodologique générale. 48

IV.4. L'échantillonnage. 49

IV.5. Le questionnaire d'enquête. 49

IV.6. La fiche de notation de l'état de propreté des vaches. 50

IV.7. Protocole de réalisation du CMT (California Mastitis Test) 50

IV.8. Protocole pour le prélèvement, la conservation et l'acheminement des échantillons de lait. 52

IV.9. Analyses bactériologiques des échantillons de lait de vaches à mammites.....53

IV.10. Déroulement de l'étude de terrain. 54

IV.11. Gestion des données collectées. 54

Chapitre V. Résultats et Discussion.

V.1.Caractéristiques générales des élevages.....55

V.1.1. Répartition des exploitations selon les effectifs de vaches laitières présentes et en lactation.....55

V.1.2. Répartition de l'exploitation selon les lieux d'élevages et le type de traite. 56

V.1.3. Répartition des exploitations selon les pratiques de prévention liées à la gestion du cheptel.....57

V.1.4. Répartition des exploitations selon les compétences de l'éleveur en hygiène du bâtiment et de la traite.....58

V.2. Conditions et hygiène dans les bâtiments d'élevage. 58

V.2.1. Répartition des exploitations selon les conditions d'ambiance dans les bâtiments d'élevage.....58

V.2.2. Répartition des exploitations selon l'hygiène de la traite. 59

V.3. Pratiques liées à la traite.....60

V.3.1. Répartition des exploitations selon l'hygiène du trayeur.....60

V.3.2. Répartition des exploitations selon l'hygiène de la mamelle. 60

V.3.3. Répartitions des exploitations selon d'autres pratiques de prévention des mammites liées à la traite.....61

V.4. Hygiène des vaches laitières.....62

V.5. Les mammites dans les élevages. 65

V.5.1. Statut sanitaire des vaches selon les résultats du test CMT. 65

V.5.2. Principaux germes responsables des mammites isolés 66

V.5.3. Résistance aux antibiotiques des germes responsables des mammites. 67

Discussion 68

Conclusion 73

Références bibliographiques……76

Annexes.

Résumé

Les mammites, première pathologie des élevages laitiers en termes de pertes économiques, voient leurs effets négatifs dépasser la filière lait et menacer la santé humaine et l'environnement à travers la résistance des bactéries aux antibiotiques qu'elles provoquent. Les mammites sont causées par des bactéries généralement présentes dans les bâtiments d'élevage ou au niveau de la mamelle. La réduction de la prévalence des mammites dans les élevages passe par leur prévention en agissant sur les pratiques qui constituent les principaux facteurs de risque. Pour explorer cette relation dans nos élevages, nous avons réalisé une enquête dans 30 élevages avec mammites fréquentes de la région de Freha, Wilaya de Tizi-Ouzou, dépisté les mammites avec le test CMT pour les 363 vaches lactantes et 1452 quartiers, et prélevé 145 échantillons de lait, pour identification des germes responsables des mammites et leur résistance aux antibiotiques. Nos résultats montrent que les pratiques liées à la traite et à la prévention générale apparaissent comme les plus impliquées dans les niveaux élevés de prévalence des mammites et l'apparition de souches résistantes aux antibiotiques. *Staphylococcus aureus* et *E. coli* sont les germes les plus fréquents et présentent le plus de formes résistantes.

Mots clés : Vache laitière ; mammites ; test CMT ; pratiques d'élevage ; germes ; résistance aux antibiotiques.

Abstrat

Mastitis, the leading disease on dairy farms in terms of economic losses, has negative effects that go beyond the dairy industry and threaten human health and the environment through the resistance of bacteria to antibiotics that it causes. Mastitis is caused by bacteria generally present in the barn or udder. To reduce the prevalence of mastitis on farms, it is necessary to prevent it by acting on the practices that constitute the main risk factors. To explore this relationship in our farms, we conducted a survey in 30 farms with frequent mastitis in the region of Freha, Wilaya of Tizi Ouzou, screened for mastitis with the CMT test for 363 lactating cows and 1452 quarters, and collected 145 milk samples for identification of the germs responsible for mastitis and their antibiotic resistance. Our results show that milking practices and general prevention appear to be the most involved in the high prevalence of mastitis and the appearance of antibiotic resistant strains. *Staphylococcus aureus* and *E. coli* are the most frequent germs and present the most resistant forms.

Key words : Dairy cow ; mastitis ; CMT ; husbandry practices ; germs ; antibiotic resistance.

INTRODUCTION

L'Algérie se place, depuis de nombreuses années, parmi les premiers pays importateurs de poudre de lait. Ces importations sont de 347 000 tonnes en 2021 (ONIL, 2022) et sont destinées à combler le déficit de la production locale de lait, soit 49% des besoins de la population (CNA., 2022).

Ce déficit résulte des nombreuses insuffisances que connait la filière lait, et plus particulièrement dans la sphère de production. Ces insuffisances se répercutent sur la santé des vaches, conduisant à de nombreuses pathologies, dont les mammites qui sont les infections les plus fréquentes et les plus coûteuses dans les élevages laitiers (Radostits et al., 1997).

En plus de leurs couts, les mammites ont des effets négatifs sur l'économie de la production et l'industrie laitières, sur l'environnement et sur la santé animale et humaine.

La problématique des mammites devient de plus en plus importante ces dernières années en raison de l'utilisation des antibiotiques qui créent des souches de bactéries résistantes à ces traitements. Selon Lakshmi et al. (2017), 100 000 tonnes d'antibiotiques sont administrés chaque année pour les animaux d'élevage, soit 60% de la production totale d'antibiotiques dans le monde, et la tendance augmente toujours (Singer et al., 2016). Les antibiotiques administrés aux animaux sont retrouvés sous forme active dans leurs excréments (Maurin, 2018). Ces antibiotiques et leurs résidus ainsi que des germes résistants aux antibiotiques passent dans le sol, l'eau, le lait, etc.

Actuellement, la médecine (humaine et vétérinaire) commence à manquer de traitements face à des souches de plus en plus nombreuses de bactéries rendues résistantes, avec un risque d'impasse thérapeutique (Baquer et al., 2021). L'impasse thérapeutique étant l'absence totale de traitement.

Pour réduire les risques de résistance et donc la consommation d'antibiotiques dans les élevages de bovin laitier, il est important de s'intéresser aux conditions d'élevage qui permettent le développement et la transmission des germes responsables des mammites. Pour Remy et al. (2010), les mammites sont presque exclusivement d'origine infectieuse, essentiellement bactérienne et les conditions et pratiques d'élevage qui les favorisent sont regroupées en deux grand volets : le bâtiment et la traite.

Nos éleveurs connaissent mal cette maladie (la forme subclinique est méconnue) et ses principales causes parmi leurs pratiques.

Pour contribuer à produire des connaissances utiles aux éleveurs et aux vétérinaires pour la prévention et la prise en charge des mammites dans nos élevages, nous avons retenu les objectifs suivants :

- Identifier les principales pratiques d'élevage responsables des mammites dans les exploitations étudiées
- Identifier les principaux germes responsables de ces mammites
- Rechercher la résistance aux antibiotiques de certains de ces germes.

Pour cela, nous avons mené une enquête dans 30 élevages de la région de Freha, Wilaya de Tizi Ouzou, la troisième plus grande Wilaya productrice de lait du pays (CNA., 2022). Nous avons aussi réalisé un diagnostic des mammites dans les élevages (test CMT) et avons prélevé des échantillons de lait pour recherche de germes et de résistance aux antibiotiques. Les analyses de laboratoires ont été effectuées par le laboratoire vétérinaire régional (LVR) de Draa Ben Khedda, de l'Institut National de Médecine Vétérinaire. Une synthèse de ce travail est présentée dans ce document, divisé en deux principales parties :

- Une synthèse bibliographique, composée de trois chapitres :
  - La production de lait.
  - Pratiques d'élevage et mammites.
  - Les mammites bovines et la résistance aux antibiotiques.
- Une partie pratique, composée de deux chapitres :
  - Une description détaillée de la méthodologie appliquée
  - Une présentation de nos résultats et de leur analyse.

Nous soulignons que cette étude est réalisée dans le cadre d'une activité de recherche de l'Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) intitulée « Amélioration de la prévention des mammites dans les élevages bovins laitiers », elle-même composante du projet : « Contribution à l'amélioration de la reproduction et de la santé du cheptel bovin laitier dans la région Centre ».

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

La Production de lait

I.1. La mamelle

.1.1. Anatomie et fonctionnement de la mamelle

L'anatomie de la glande mammaire, ou mamelle, diffère selon les espèces ; le nombre de glandes et de trayons n'est pas le même chez tous les mammifères, alors que la structure microscopique est très semblable (Bouichou, 2009).

.1.1.1.Constitution générale (mamelle/trayon)

La mamelle de la vache est un très gros organe, pesant environ 50 kg en moyenne. Elle est fortement attachée au squelette et aux muscles par déférents ligaments : d'une part les ligaments médians composés de tissus fibreux élastiques, et d'autre part les ligaments latéraux formés de tissus conjonctifs moins élastiques (Figure 1) (Remy, 2010).

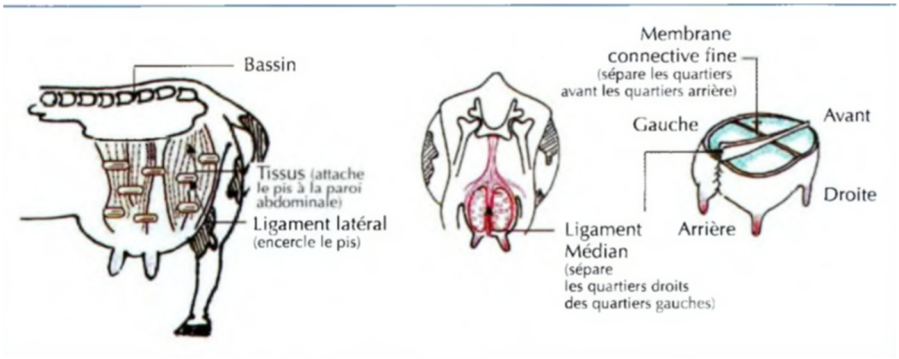


Figure 1. Les différents tissus qui soutiennent la mamelle. (Remy, 2010)

La mamelle de la vache laitière est constituée de quatre quartiers séparés, comportant chacun un trayon (Figure 1). Les quartiers contiennent des alvéoles formées par des lactocytes et synthétisent le lait. Ces alvéoles sont entourées par un tissu parenchymateux et sont reliées à la citerne de la glande d'environ 400 ml de volume, par les tubules et les canaux galactophores (Remy, 2010). Le lait sécrété dans une des glandes ne peut passer par une autre glande puisque les quatre quartiers sont séparés physiquement par différentes structures, dont les ligaments médians (figure 1). Lorsqu'un germe pénètre par le canal d'un trayon, il n'infecte qu'un seul quartier (Remy, 2010).

Le quartier et le trayon sont séparés l'un de l'autre par un repli annulaire qui gêne l'excrétion du lait en fin de traite.

➢ **Le trayon :**

Le trayon est une structure creuse, de 5 à 7 cm de long, dont la paroi est constituée d'une épaisse couche fibro-élastique et des fibres musculaires lisses. Sa souplesse lui permet de s'adapter en fonction des pressions exercées par le vide dans le manchon trayeur. Il est entouré d'une peau fine sans poils, qui facilite son nettoyage mais le rend fragile (Remy, 2010)

Le lait stocké dans la citerne du pis est évacué vers le sinus du trayon, puis acheminé dans le canal du trayon, dont l'extrémité se termine par un sphincter musculaire excrétant le lait vers l'extérieur au cours de la traite. Cette extrémité est la seule voie possible pour l'entrée de pathogènes dans la mamelle ; elle nécessite donc une surveillance particulière (Remy, 2010)

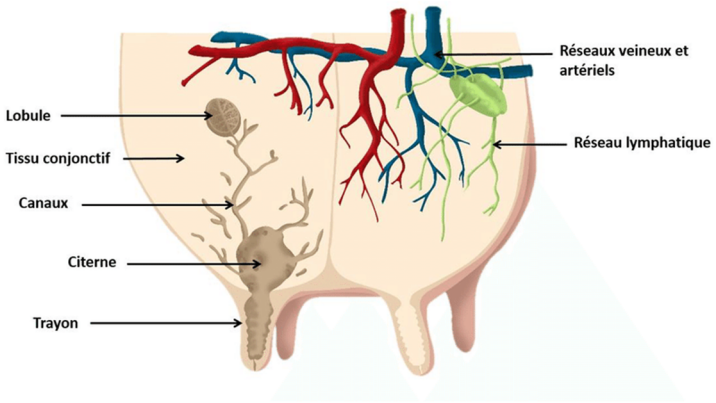


Figure 2. Schéma de la glande mammaire

I .1.1.2. Sécrétion du lait :

➢ **Physiologie du trayon lors de traite :**

Au cours de la vie de l'animal, les hormones jouent un rôle important pour le développement de ses organes et leur fonctionnement. Chez la vache laitière, ces hormones jouent un rôle pour le développement de la glande mammaire et aussi pour la sécrétion et l'éjection du lait. Le fonctionnement mammaire est lié aux différents types d'hormones sécrétées avant et après la mise bas par différents organes (Jammes et Djiane, 1988), essentiellement la prolactine et l'ocytocine.

a- La prolactine : cette hormone est directement liée à la lactation. Elle est nécessaire à la synthèse, à la sécrétion du lait et au maintien de la lactation. La prolactine est libérée en

réponse à la stimulation du trayon et son degré de réponse dépend de la durée de la stimulation. De plus, la quantité de prolactine libérée est positivement corrélée avec la production laitière de la vache (Ollivier, 1993 ; Carbonneau, 2012).

b- L'ocytocine : l'ocytocine est une hormone produite par la glande pituitaire (hypophyse), située à la base du cerveau. Suite à une stimulation tactile des trayons par une tétée ou par la machine à traire, l'ocytocine se dirige vers les muscles lisses entourant les alvéoles (Martinet, 1993) ; elle provoque la contraction des cellules myoépithéliales des acini mammaires et l'éjection du lait alvéolaire dans les canaux galactophores puis dans la citerne du pis (Gabli, 2005).

Pendant la traite, une douleur peut considérablement ralentir le transit de l'ocytocine par la libération d'adrénaline et de noradrénaline par les médullosurrénales (Martinat, 1985), et donc réduire ou arrêter l'éjection du lait ; cela montre l'intérêt d'éviter les traumatismes et autres problèmes du trayon.

Ⅰ.1.1.3. Composition cellulaire du lait :

La composition cellulaire du lait a pour origine les cellules sanguines, les cellules épithéliales desquamées de la glande et canaux excréteurs (lactifères) et les cellules bactériennes d'origine endogène ou exogène.

- **Cellules somatiques :**

Les cellules somatiques sont la plupart du temps les cellules de système immunitaire et incluent les lymphocytes, les macrophages et cellules épithéliales (Schukken et al., 2003).

Le comptage des cellules somatiques (CCS) d'un lait est un indicateur important de l'état sanitaire de la mamelle (Elvira, 2016) .D'après Bouaziz (2005), le CCS d'un lait de quartier non infecté est généralement inférieur à 50 000 cellules/ml ; en cas d'infection, il augmente d'une façon très variable selon la nature de pathogène.

- **Les microorganismes :**

Les microorganismes du lait se répartissent selon leur importance en deux grandes classes : la flore endogène ou originelle et la flore contaminante. Cette dernière se subdivise en deux sous classes : la flore d'altération et la flore pathogène (Vignola, 2002).

✓ **La flore endogène :**

C'est l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis (Vignola, 2002). Lorsque le lait est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain, il ne contient que peu de microorganismes (moins de 5000 germes/ml et au moins 01 coliforme/ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques, lactobacilles et streptocoques lactiques (Vignola, 2002).

✓ **La flore de contamination :**

C'est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Les microorganismes d'altération et pathogènes du lait, sont considérés comme la flore qui s'ajoute au lait extrait du pis de la vache (Vignola, 2002).

- **Flore d'altération :** Cette flore cause des défauts sensoriels de gout, d'arôme et d'apparence et réduit la vie du produit laitier (Vignola., 2002). Trois groupes microbiens sont dominants : les bactéries coliformes (E. coli), les Pseudomonas du groupe fluorescent psychrotrophe et les streptocoques lactiques.
- **Flore pathogène :** L'animal, l'environnement et l'homme sont la cause de la présence de bactéries pathogènes dans le lait cru (Vignola, 2002) ; ainsi, certaines d'entre elles (Brucella et Salmonella) sont habituellement peu retrouvées et ont peu de chance de se développer, alors que d'autres sont plus présentes et peuvent se multiplier, comme E. coli et Staphylococcus aureus (Leyral et Vierling, 2007).

.1.2. Les défenses naturelles de la mamelle :

.1.2.1. Défenses basses (au niveau du trayon) :

La peau saine du trayon est un environnement hostile aux bactéries grâce à ses couches de cellules mortes kératinisées et au film lipidique bactériostatique (Remy, 2010).

L'épithélium stratifié du canal du trayon produit de la kératine qui emprisonne les bactéries et permet leur élimination. Lors de l'éjection des premiers jets de lait, une partie de la couche de kératine est évacuée et est renouvelée par dégénérescence cornée. Une accumulation de kératine forme aussi un bouchon durant le tarissement surtout chez les vaches hautes productrices (Remy, 2010).

D'autre part, la forme conique du canal et la contraction du sphincter empêchent la présence de lait résiduel dans celui-ci. La fermeture du sphincter prend 2 heures (Remy, 2010).Un sphincter fermé est étanche et empêche la pénétration des bactéries.

Cette protection au niveau du trayon est compromise par les lésions cutanées (blessures, gerçure, ..) ou les produits d'hygiènes de prétraite, car la peau du trayon est très sensible aux variations de température et d'hygrométrie et aux produits chimiques (Remy, 2010).

Ⅰ.1.2.2. Défenses hautes (au niveau de la mamelle) :

La pénétration d'agents pathogènes dans la mamelle entraine une réponse immunitaire cellulaire et humorale. L'inflammation joue un rôle important permettant le passage des cellules du sang vers la mamelle. L'inflammation se caractérise par des signes locaux : rougeur, gonflement, chaleur, et douleur. (Remy, 2010). Le lait d'une mamelle saine comprend principalement des cellules épithéliales, des macrophages et des lymphocytes alors qu'en cas de mammite, les polynucléaires neutrophiles phagocytent les bactéries. Les lymphocytes T cytotoxiques induisent l'apoptose des cellules lésées ou infectées. Les lymphocytes T auxiliaires participent avec les lymphocytes B à la production d'anticorps. Le système du complément a une activité bactéricide pour les souches bactériennes sensibles à son action.

Au tarissement, la lactoferrine a une activité bactériostatique en diminuant la disponibilité du fer, élément nécessaire à la multiplication des bactéries telles que *Escherichia coli*. Elle est inhibée par les citrates (Remy, 2010).

.1.3. Les causes de fragilisation de la mamelle :

La mamelle est un organe qui a ses propres défenses, développées dans le point précédent. Cependant, elle peut être fragilisée par de nombreux facteurs, internes et externes.

.1.3.1. Anatomie inadéquate de la mamelle :

D'après Young et al. (1960) les vaches ayant les quartiers les plus pendulaires apparaissent comme les plus sensibles aux infections mammaires. De même, de longs trayons augmentent les risques de traumatismes accidentels (Grommers et al., 1971) et ces lésions constituent des réservoirs de micro-organismes qui augmentent la probabilité d'infection des quartiers (Neave

et al., 1969). Donc, la position et la forme de la mamelle peuvent être sources de mammites ; une mamelle décrochée et/ou déséquilibrée (Figure 3) expose certaines de ses parties à des traumatismes répétés qui, à leur tour, facilitent ou causent des infections.

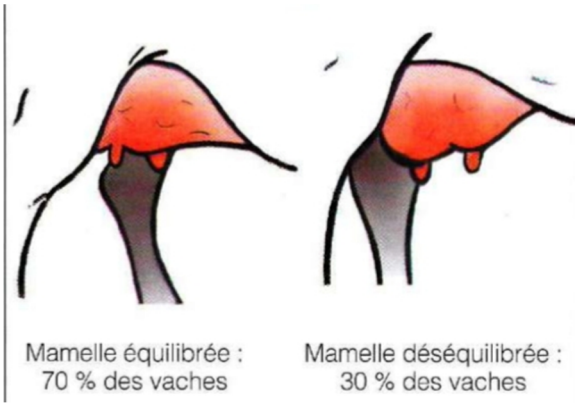


Figure 3. Le déséquilibre de la mamelle (30% des animaux) est un facteur de risque de mammite (Gourreau et al., 1995).

De la même manière, des trayons mal positionnés par rapport aux jarrets (sur la ligne ou en dessous) (Figure 4) sont aussi une importante cause de mammites.

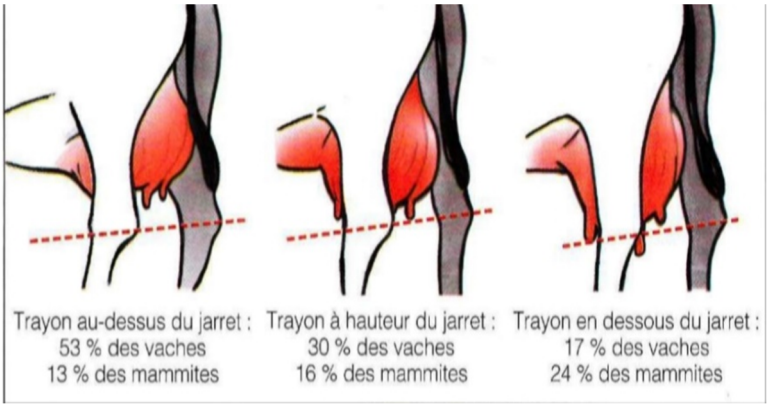


Figure 4.Une mamelle décrochée (extrémité des trayons au-dessous de la ligne des jarrets) est un facteur de risque de mammite (Gourreau et al., 1995).

.1.3.2. Présence de lésions

La présence de lésions sur les trayons contribue à les transformer en réservoirs primaires de germes. Les lésions de la glande mammaire constituent l'une des principales contraintes sanitaires observées dans les troupeaux bovins laitiers, et elles sont d'origines diverses (Jubb et al., 1993). Ces lésions diffèrent et sont causées par des conditions inadéquates d'habitat (litières et bordures traumatisantes, présence de forts courants d'air et d'humidité) et de traite (appareils défectueux ou mal réglés, présence d'imperfections, etc.). Aussi, les grandes maladies (fièvre aphteuse, maladie nodulaire cutanée, etc.), les infestations par des tiques, les mammites, les traumatismes et les malformations congénitales sont responsables de ces lésions (Jones et Hunt, 1983 ; McGavin et Zackary, 2007).

.1.3.3. Amélioration génétique de la vitesse de traite

Pendant longtemps, la vitesse de traite a été un critère de sélection génétique chez la vache laitière ; or cette amélioration passe par l'élargissement du canal du trayon. Et plus ce diamètre du canal du trayon augmente, plus l'animal est exposé aux infections (Gourreau et al., 1995).

.2. Facteurs de variation qualitative et quantitative de la production du lait :

La production laitière des vaches est soumise à des variations causées par de nombreux facteurs (Coulon et al., 1995 ; Bony et al., 2005). Ces facteurs sont de deux types : intrinsèques et extrinsèques et agissent généralement sur la quantité et la qualité du lait produit, même si c'est à des degrés différents. Ces facteurs seront présentés ci-dessous.

Pour la qualité sanitaire, le lait est synthétisé dans des cellules spécialisées de la glande mammaire et est pratiquement stérile quand il est secrété dans les alvéoles de la mamelle. (Billon, 2001). Après cette étape de production, le lait peut être contaminé par différentes sources : l'animal lui-même, l'homme, l'environnement d'élevage et le matériel en contact avec le lait.

.2.1. Facteurs intrinsèques :

- **La race :**

Chaque race laitière est génétiquement limitée pour la quantité du lait à produire et pour sa composition ; on ne peut pas les changer (Thomas et al., 2008), à moins d'une amélioration génétique. Selon Cauty et Perreau (2003), on peut classer les races selon leur potentiel de production (Holstein...) ou leur résistance aux maladies (Montbéliarde). L'appréciation de ce potentiel génétique des races se fait avec le contrôle de la variabilité à l'intérieur de chaque race. D'après Pougheon et Goursaud (2001), il existe des variabilités de composition entre les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement, les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques. Le Tableau N°1 montre cette différence pour la composition.

Tableau 1 **:** la composition du lait de différentes races bovines (Thomas et al., 2008)

Les races	Les protéines g /l	Matières grasses g/l
Jersiaise	3,8	4,8 – 5,2
Normande	3,45	4.31
Montbéliarde	3,27	3,91
Holstein	3,19	4,01

- **L'individu :**

Il existe une grande variabilité de la production de lait entre individus d'une même espèce et d'une même race, même lorsque les conditions d'élevage et le statut physiologique des animaux sont semblables. L'importance de cette variabilité individuelle est nettement supérieure à celle observée entre races (Berthelot, 2018).

- **L'Age et le numéro de lactation :**

L'effet de l'âge ou du numéro de lactation est difficile à mesurer. Il est généralement admis que le vieillissement des vaches entraîne un appauvrissement de leur lait. Selon Coulon et al. (1988) cité par Hauwuy (1996), la composition du lait varie très peu au cours des quatre premières lactations ; l'appauvrissement apparaîtrait pour les lactations de rang élevé, particulièrement si la mamelle a été touchée par des mammites répétées.

- **Le stade de lactation :**

L'influence du stade de lactation sur les variations de la production et de la composition chimique du lait ont fait l'objet de nombreux travaux. L'évolution de la courbe de lactation des primipares est caractérisée par la plus faible production au pic, les vaches en deuxième lactation produisant 1 kg en plus, alors qu'à partir de la troisième lactation les courbes expriment une production plus élevée et se superposent (Figure 5) (Madani et al., 2007). Selon Bouichou (2009), ces variations de la production avec le numéro de lactation sont dues à l'augmentation de taille de la mamelle au début de ses cycles, puis l'arrêt de développement de la glande après la 5eme lactation. Pour ce qui est de la qualité, l'ensemble des auteurs relèvent que les teneurs en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse avec la quantité de lait produite. Les taux protéique et butyreux sont à leur maximum les premiers jours de lactation, au minimum durant les 2ème ou 3ème mois de lactation, puis augmentent ensuite jusqu'à la fin de la lactation. Cette augmentation résulte en partie de l'avancement du stade de gestation qui réduit la persistance de la production laitière (Schultz et al., 1990).

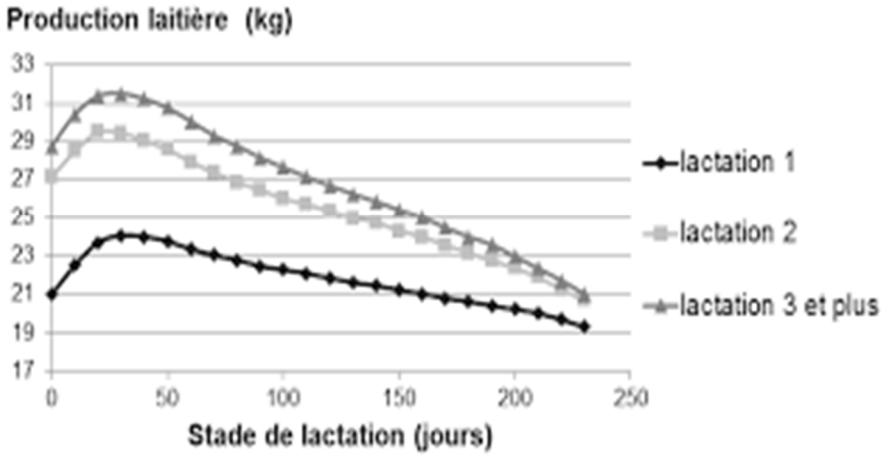


Figure 5 : Evolution de la production laitière (kg/j) en fonction du stade de lactation pour chaque rang de lactation (Roumeas et al., 2014)

- **L'hygiène et l'état sanitaire de la vache :**

L'animal constitue la principale source de contamination du lait à la production aussi bien par les bactéries (infections mammaires et autres infections) que par les résidus d'antibiotiques (antibiothérapie) (Larpent, 1996). Concernant les germes, la contamination passe par le trayon ou la peau de l'animal.

A la sortie de la mamelle, même lorsque celle-ci est saine et que la traite est effectuée dans de bonnes conditions, le lait contient des microorganismes (moins de 5000 germes/ml et moins de 1 coliforme /ml). (Larpent, 1996). Les germes présents sur la peau des trayons et des canaux galactophores peuvent être véhiculés pendant la traite (Bilon, 2001).

D'autre part, des saletés, poussières, germes (du sol, fèces, et adhérents à la peau) et des poils peuvent passer dans le lait suite aux mouvements de la vache et de sa queue pendant la traite (Pamela et al., 2008).

Lorsqu'il y a une infection, il y a un appel leucocytaire important qui augmente le comptage cellulaire, induisant des modifications considérables dans la composition du lait (Badinand, 1994). D'autre part, lors de mammites et malgré les défenses locales, certains germes se développent en grand nombre dans la mamelle et passent dans le lait (Jayarao, 1999). L'influence de mammites sur la teneur en germes totaux du lait dépend de l'agent pathogène et du stade d'infection. (Hayes, 2001).

Les mammites sont les infections les plus fréquentes dans les élevages laitiers, et elles sont donc le plus souvent la cause d'une modification des composants du lait avec pour conséquence, une altération de l'aptitude à la coagulation du lait et du rendement fromager (Toureau et al., 2004).

D'autres maladies infectieuses non localisées exclusivement dans la mamelle, comme la tuberculose, brucellose, paratuberculose et chlamydiose, peuvent entrainer l'excrétion par la mamelle de germes dont certains sont dangereux pour l'homme. (Hermier, 1992).

□.2.2. Facteurs extrinsèques :

- **La saison et le climat :**

D'après Pougheon et Goursaud (2001), la saison a une importante influence qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ….) de façon immuable. En effet, au même stade de lactation, la production laitière est maximale au mois de juin et minimale au mois de décembre et à l'inverse, Le taux butyreux est bas en été (jours longs) et plus élevé en hiver (Coulon et al., 1998 ; Bony et al., 2005). Cette variation pourrait s'expliquer par la diminution de l'ingestion des fourrages (foin, ensilage de maïs,…) pendant l'été (Alais, 1984).

- **La traite :**

Selon Perreau (2014), le nombre de traites influe sur les quantités de lait produites ; ainsi, trois traites par jour augmentent les quantités de lait produites par l'animal alors que la mono traite les réduit ; à l'inverse, la suppression d'une traite par semaine, même bien gérée, a un léger impact négatif sur les quantités produites.

Pour ce qui est de la qualité, la traite intervient à travers l'hygiène. L'hygiène du matériel de traite est déterminante pour produire un lait sain, ayant un taux de contamination réduit. Selon Hanzen (2010), la traite est la principale cause des contaminations de la mamelle. Et l'effet de ces contaminations sur la qualité du lait a déjà été décrit.

- **L'alimentation :**

Les facteurs alimentaires jouent un rôle prédominant dans la production laitière (Araba, 2006). Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation cause une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique. Une mobilisation des graisses corporelles entraine une augmentation très importante du taux butyreux, associée à une modification de la composition en matières grasses (Pougheon et Goursaud, 2001).

Les aliments ont un rôle important dans la contamination du bétail au niveau de la ferme et comme une source indirecte de contamination du lait cru par les bactéries et les moisissures (Hussain et al., 2008).

Le lait des vaches recevant de l'ensilage peut avoir des défauts de qualité hygiénique causés par les spores butyriques véhiculées par la terre incorporée dans les ensilages (Demarquilly, 1998).

- **L'environnement :**

Le sol et la litière contiennent une large variété de microorganismes originaires des revêtements et produits utilisés comme litière, des fèces, des animaux, de l'homme, des aliments et de l'eau (Trolard, 2001). Ces microorganismes peuvent agir selon les voies déjà évoquées plus haut pour agir sur les vaches et la quantité et la qualité du lait produit.

Une autre composante de l'environnement est le matériel en contact du lait pendant la traite ; même s'il est nettoyé et désinfecté après chaque traite, il n'est jamais stérile et est l'objet d'une colonisation par des flores bactériémies d'intérêt technologique, d'altération et pathogènes (Reinemann et al., 2003). Donc, ces flores modifient la qualité du lait.

- **L'homme :**

L'homme, par son contact quasi permanent avec les sources de contamination du lait cru et par les pratiques qu'il effectue (trempage des mains dans le lait pour lubrifier les pis, mauvaise hygiène des trayeurs, etc.) contribue à augmenter la charge microbienne du lait (Faye, 2002), qui à son tour, modifie sa qualité.

- **Le bienêtre de l'animal :**

La FAO. (2013) souligne qu'une amélioration du bien-être et de la productivité des animaux pourrait être atteinte à travers une nutrition optimale de ces derniers. Pour être effectivement mises en place dans les exploitations, les mesures d'amélioration du bien-être doivent être accompagnées d'une aide financière et/ou d'une rentabilité économique pour les éleveurs.

Le niveau de santé globale du troupeau a une influence sur son niveau de production laitière. Tous les autres aspects du bien-être (alimentation, logement, comportement) vont impacter la quantité de lait produite, conduisant à une influence du niveau global de bien-être du troupeau sur la production des vaches (De Vries et al., 2011).

Chapitre II

Pratiques d’élevages et mammites

Gérer la santé d'un troupeau, c'est d'abord gérer les risques (Lévesque, 2006) et surtout les prévenir. Selon Remy (2010), les facteurs qui favorisent l'infection (mammites) peuvent être causées, d'une part, par les conditions d'élevage et de traite, et d'autre part, par les caractéristiques morphologiques et hygiéniques des animaux. Nous rappelons ci-dessous les pratiques d'élevage qui présentent le plus de conséquences sur l'état sanitaire de la mamelle et qui prédisposent les vaches aux mammites.

II.1. Choix des animaux :

Depuis les années 60, les efforts des éleveurs étaient dirigés vers un seul et unique but : la production ; de ce fait, des mamelles équilibrées et des trayons bien conformés étaient les principaux objectifs de l'amélioration génétique des vaches laitières (Gourreau et al., 1995).

Dans une étude sur l'impact de la morphologie de la mamelle et des trayons sur la santé mammaire des vaches, Nakure (2008) rapporte que les vaches aux mamelles très développées « décrochées » sont sensibles aux infections (Figure 4), car ces dernières sont plus exposées aux souillures et aux traumatismes qu'une mamelle bien accrochée. La forme du trayon intervient aussi dans la sensibilité aux mammites.

D'autre part, une mamelle déséquilibrée est plus difficile à traire. En effet, le poids de la griffe et des faisceaux trayeurs ne s'applique pas uniformément sur les quatre quartiers (Figure 3), conduisant au fait que certains quartiers sont traits plus vite que d'autres et subissent une traite excessive ou « surtraite » (Gourreau et al, 1995). Cette « surtraite » s'accompagne souvent de traumatismes qui favorisent la pénétration de germes dans les trayons.

La vitesse de traite est un autre critère de sélection des vaches laitières ; or selon Noireterre (2006), cette vitesse dépend du diamètre du canal et de son élasticité et a une très forte corrélation avec la fréquence des infections.

Par conséquent, l'éleveur doit choisir des animaux jeunes (l'âge entraine un relâchement naturel des ligaments de la mamelle et du sphincter des trayons), avec une mamelle bien développée, bien suspendue par un appareil suspenseur fort, et avec un bon équilibre entre les quartiers antérieurs et postérieurs. Une bonne mamelle présente un système veineux apparent et développé, une peau fine et souple et doit être globuleuse (l'existence d'un abondant tissu

glandulaire), remontée au-dessus de la ligne des jarrets et avec des trayons courts, fins et non coniques (Gourreau et al., 1995).

II.2. Lieux d'élevage :

Par « lieux d'élevage », nous désignons le logement et autres espaces d'élevages, puisque la majorité de nos exploitations ne disposent pas d'étables conformes aux normes.

Les conditions de logement de la vache laitière ont une grande importance dans la maîtrise des infections mammaires et de la contamination bactériologique du lait. Elles n'agissent pas directement mais sont répercutées par le trayon qui est un passage obligé du microbisme (Gourreau et al., 1995). Le bâtiment d'élevage agit de deux manières (Figure 6) :

- la pollution microbienne du lieu de couchage (litière) et l'ambiance du bâtiment conditionnent le taux de contamination du trayon, avec pour conséquence directe l'augmentation du nombre de mammites dites d'environnement (causées par les germes de l'environnement).

- la fréquence des traumatismes des trayons qui favorisent l'infection par les bactéries qui sont localisées sur la peau et les plaies du trayon. Des conditions de logement inadéquates se répercutent négativement et de manière directe sur le taux cellulaire du tank et les mammites dites de traite.

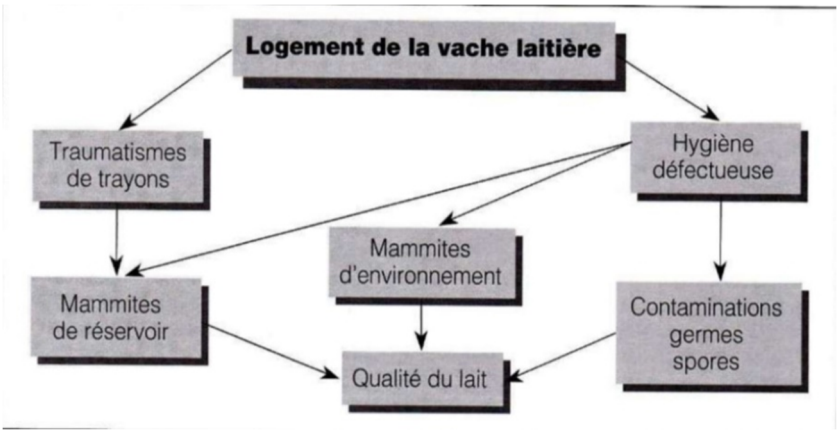


Figure 6. Bâtiment et qualité du lait (Gourreau et al., 1995)

De ce fait, la conception du bâtiment d'élevage doit prendre en compte ces relations de cause à effet avec les mammites. Le logement doit permettre d'éviter au maximum les lésions des

trayons, causées par : un sol rugueux, des logettes mal conçues, des conditions favorables au piétinement, glissades, bousculades et écorchures (Gourreau et al., 1995).

Pour réduire les contaminations des trayons par les germes d'environnement, il est important de veiller à l'hygiène de l'aire de couchage, en particulier l'état de la litière, sa température et son humidité. Une bonne litière doit être sèche et de température inférieure à 38°C (Hanzen, 2006). Il est important aussi d'éliminer les sources d'accidents et de traumatisme des trayons (sol, entrée/sortie, couloirs, causes de bousculades comme des points d'abreuvement collectifs, etc.).

II.3. La traite :

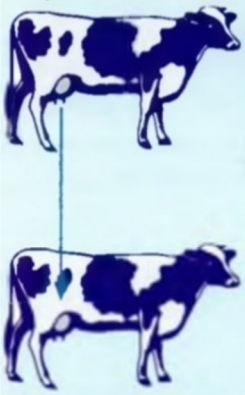
Le matériel de traite est une source de germes d'environnement ; il facilite la transmission d'agents pathogènes entre les quartiers d'une même vache et entre les vaches et il cause aussi des traumatismes au canal du trayon qui va laisser pénétrer les germes plus facilement (Bouchard, 2003). La machine à traire, les mains du trayeur, les lavettes collectives ou les manchons usagés et craquelés sont les vecteurs passifs de transmission des germes d'une vache à une autre ou d'un quartier à un autre. (Tableau 2) (Hanzen, 2006).

La non maitrise de la machine à traire, une mauvaise hygiène, un réglage inadéquat et une utilisation de manchons usés ou défectueux font qu'elle véhicule les germes et permet leur pénétration dans la mamelle (Beroual, 2003) à travers des microlésions du trayon.

Les mains des trayeurs peuvent aussi véhiculer des bactéries telles que : E.choli, Salmonella spp. De plus, certaines pratiques des trayeurs favorisent l'apparition et la transmission de mammites tels que : la non élimination des premiers jets de lait ou leur rejet sur la litière ou sur le sol, le trempage des mains dans le lait pour lubrifier les pis (Trolard, 2001), l'absence de trempage des trayons après la traite dans une solution désinfectante (Rémy et al., 2010).

Une autre pratique liée à la traite et aux mammites est à signaler ; il s'agit de la position couchée des vaches après la traite, alors que la fermeture complète du canal du trayon intervient deux heures après la fin de la traite, permettant le passage des germes de la litière dans le trayon (Gourreau et al., 1995).

Tableau 2. Les mécanismes de transmission et de dissémination des germes au cours et entre les traites (Remy et al., 2010)

<table>
<tr><th>Mode de transmission</th><th>Caractéristique</th><th>Moment de la traite</th><th></th></tr>
<tr><td rowspan="2">Dissémination à partir des mamelles infectées et rapprochement vers les quartiers sains.
  </td><td>Trois vecteurs :
- mains du trayeur

- vêtement du trayeur,
- matériel destiné à l'hygiène de traite,
- lavettes.</td><td>Préparation de la mamelle.
 </td><td rowspan="2">Mode de transmission indirect.</td></tr>
<tr><td>Manchon trayeur contaminé par la peau du trayon ou le lait d'un trayon contaminé.</td><td rowspan="2">Traite proprement dite.</td></tr>
<tr><td>Contamination des quartiers infectés à partir des quartiers sains.
 </td><td>Matériel et technique de traite défaillants.</td><td>Transport passif = phénomène d'impact ou phénomène de reverse-flow.</td></tr>
<tr><td></td><td>Le canal du trayon reste béant pendant une heure.</td><td>Juste après la traite.</td><td>Multiplication active (le germe se dirige de la peau du trayon à l'intérieur du canal).</td></tr>
</table>

Donc pour diminuer la transmission des germes responsables des mammites lors de la traite il faut :

✓ Une bonne hygiène avant et après la traite des mains des trayeurs, de la mamelle, de la machine à traire (Noireterre, 2006).

✓ Une bonne observation des trayons au moment de la traite pour vérifier leur hygiène et l'absence de microlésions (Gourreau et al., 1995).

✓ Le contrôle des premiers jets de lait car ce sont les plus chargés en germes et permettent donc la détection des mammites (Lévesque, 2004 ; Lévesque, 2007).

✓ Accorder plus d'attention aux vaches qui doivent être traites en dernier ou qui sont sous traitement antibiotique

✓ Eviter la position couchée des vaches pendant au moins deux heures après la traite, en distribuant de l'aliment par exemple.

II.4. L'alimentation :

La relation entre les mammites et l'alimentation n'est pas suffisamment connue. Il est constaté que lors de la mise à l'herbe des vaches, il y a une augmentation du nombre de mammites, probablement causée par l'augmentation de la contamination du milieu par la modification de la consistance des matières fécales, plus liquides (Baudet et al ,2009). Concernant l'excès d'azote, les résultats de différentes études montrent l'absence de relation avec l'apparition des mammites (Baudet et al, 2009).

Pour Gourreau et al. (1995), un mauvais état général, lié à des troubles métaboliques (acidose, acétonémie) provoque un relâchement du sphincter du trayon, et permet donc le passage des germes.

En général, une nutrition déficiente favorise l'apparition de mammites, et le risque est augmenté par une carence de certains nutriments comme la vitamine A, qui est importante pour l'intégrité des épithéliums (Hanzen, 2010). Pour Poutrel (1985), les carences ou les déséquilibres minéraux diminueraient la phagocytose.

II.5. L'état général et le bien être :

Le stress est un des critères du bienêtre animale, et parmi les facteurs environnementaux qui favorisent l'infection mammaire en agissant sur les systèmes de défense de l'animal. Plus un animal subit du stress, moins son système immunitaire est efficace, entrainant une moindre résistance de l'animal aux invasions microbiennes. Donc, plus il y a de stress dans un élevage, plus les possibilités d'infections mammaires augmentent dans le troupeau (Giesecke, 1985).

II.6. Prophylaxie et traitement :

La prévention et le traitement des infections mammaires sont basées sur l'ensemble des moyens permettant de diminuer la fréquence des nouvelles infections et de réduire la durée des infections existantes (Hanzen, 2000). Ainsi, la prévention sera axée sur le diagnostic continuel à l'échelle du troupeau, une hygiène de la traite, le traitement des animaux au tarissement et la réforme des animaux incurables.

- **Le diagnostic continuel à l'échelle du troupeau**

Le diagnostic continuel est efficace lorsqu'il est effectué régulièrement, pour permettre deux mesures importantes : la détection précoce des vaches atteintes et l'élimination précoce des infectées incurables.

- **Hygiène de la traite**

Selon Chaffaux et Steffan (1985), l'hygiène de la traite peut se décomposer en trois phases :

•Hygiène de la mamelle avant la traite (lavage, essuyage).

• Hygiène du faisceau-trayeur après chaque traite individuelle : le nettoyage, le réglage et le contrôle réguliers de la machine à traire permettraient de réduire, en grande partie, les infections mammaires.

• Trempage des trayons : le trempage des trayons en fin de traite est une mesure qui pourrait permettre de réduire considérablement l'infection après la traite, pendant que le sphincter du trayon est encore ouvert.

- **Traitement au tarissement**

Pendant longtemps, le tarissement a été considéré comme une période sans importance. Actuellement, il est devenu une période clé pour la gestion des infections mammaires car le traitement pendant cette période permet d'éliminer efficacement les infections présentes (Chaffaux et al., 1985) et de réduire la fréquence des nouvelles infections apparaissant pendant les trois premières semaines de tarissement, qui constituent la période la plus favorable aux infections (Lerondelle, 1985; Chaffaux et Steffan, 1985).

D'après Wattiaux (2003), un quartier infecté mais guéri au tarissement produira probablement 90% de son potentiel pendant la lactation suivante, et seulement 60 à 70 % s'il reste infecté.

Le traitement des mammites subcliniques semble être plus efficace au tarissement que pendant la période de lactation car pendant celle-ci, la traite élimine une grande partie de l'antibiotique présent dans la mamelle alors que pendant le tarissement, l'involution de la glande pourrait, au contraire, avoir un effet de concentration de l'antibiotique administré (Milhaud, 1985).

Toutefois, l'hygiène de l'administration du traitement par le canal du trayon, après la dernière traite, doit être rigoureuse en appliquant un lavage/séchage des trayons avant la traite et une désinfection de l'extrémité du trayon avec l'alcool 70° avant l'administration du traitement (Faroult et Arzul, 2005).

Enfin, le trempage des trayons, après la dernière traite, doit détruire les germes à réservoir mammaire qui ne contamineront pas le trayon en l'absence de traite (Faroult et Arzul, 2005).

- **Réforme des vaches incurables :**

Malgré un traitement hors lactation adéquat, certaines mammites cliniques persistent et deviennent récurrentes, laissant supposer que les traitements ultérieurs resteront inefficaces aussi. Dans ces cas, l'éleveur doit procéder à la réforme des vaches concernées (Milhaud, 1985). La réforme de ces vaches permet une diminution rapide et importante du nombre de cas de mammites cliniques dans l'élevage.

- **Autres mesures de prévention des mammites dans un élevage :**

• Surveiller de manière particulière les animaux en mauvais état général ou ayant une autre maladie (Angoujard, 2015).

• Assurer une bonne alimentation pour maintenir la capacité des vaches à combattre les infections.

• Toujours isoler et traire les vaches infectées en dernière position.

• Utiliser la vaccination pour prévenir les mammites (Anderson, 1978).

• Faire un traitement immédiat et adéquat des cas de mammites cliniques.

• Préserver le canal des trayons lors des traitements intra mammaires, car les seringues utilisées ont souvent des canules à diamètre supérieur à celui du canal du trayon (jusqu'à sept fois plus). Leur insertion profonde produit une abrasion complète de la kératine, qui nécessite 2 à 3 jours pour se régénérer, réduisant ainsi les défenses naturelles du canal du trayon (Gourreau et al., 1995). La recommandation est de faire une insertion partielle de la canule et de maitriser le geste.

• Avoir une attitude de prudence dans les protocoles de traitement des mammites (et suivre scrupuleusement les directives)

.7. Examen des performances du troupeau :

Selon Craplet et al. (1973), le contrôle laitier ou bien contrôle de performances du troupeau laitier est un ensemble de techniques qui assure le suivi des performances du troupeau et permet de déterminer la production laitière des vaches au cour de leurs lactations successives. En plus de ses multiples utilisations (appréciation de la valeur laitière d'une vache, ajuster l'alimentation, aider au renouvellement des vaches, choix des future mères à taureaux, etc.), ce suivi permet la détection précoce de toute baisse de production de lait. Ces baisses de production sont analysées pour en déterminer les causes (alimentation, mammites, autres). Ainsi, si la cause est une mammite subclinique, sa prise en charge précoce aide à éviter les complications et facilite la guérison de l'animal.

En effet, les mammites subcliniques sont appelées aussi mammites silencieuses car elles n'ont pas de signes apparents mais elles peuvent entrainer d'importantes chutes de production et une dégradation de la qualité du lait, pouvant causer son refus par les laiteries. Un suivi de la production permet de découvrir, dès le début, cette chute de production et de prendre des mesures.

.8. Tenue de documents de suivi de l'élevage :

Le suivi du troupeau est lié à l'ensemble des actes touchant l'ensemble des productions et de leurs moyens zootechniques et sanitaires dans l'élevage (Badinand et al., 2000). Cela aide à mieux maitriser l'alimentation, la reproduction et l'état sanitaire du cheptel. Et pour cela, le registre d'élevage permet de quantifier précisément les événements sanitaires, entre autre ceux liés aux mammites cliniques et subcliniques (Remy et al., 2010).

Le registre constitue, en plus de l'obligation réglementaire dans les pays concernés, un véritable tableau de bord médical de l'élevage pour l'éleveur et le vétérinaire. Il est recommandé aux éleveurs, de noter l'ensemble des mammites observées et des quartiers touchés (Remy et al., 2010). Ce registre de suivi de l'élevage permet : d'enregistrer l'historique sanitaire du troupeau et donc d'assurer la gestion sanitaire, de réaliser des bilans sanitaires plus efficaces, de distinguer une nouvelle infection mammaire d'une rechute,

d'estimer les couts des mammites et de répondre aux exigences de la chartre des bonnes pratiques d'élevage.

Les programmes de diagnostic, de prévention et de traitement des mammites ainsi que ceux conçus pour l'estimation des coûts des mammites reposent sur les informations de suivi des élevages. Cela montre l'intérêt que représentent le suivi des élevages et l'enregistrement des informations dans des documents consultables dans les élevages.

Pour cet aspect de la gestion des élevages, les éleveurs ont un rôle à jouer individuellement (chacun doit ressentir le besoin de tenir ce genre de document), et collectivement à travers la chambre d'agriculture ou les associations ou coopératives d'éleveurs pour uniformiser ces documents et rendre certains d'entre eux obligatoires. Les éleveurs et leurs regroupements doivent être accompagnés par les institutions du ministère de l'agriculture (administration, recherche et développement) pour mettre en place le cadre réglementaire, les incitations et le dispositif d'action et de coordination nécessaires à une action d'une telle importance.

Chapitre Ⅲ

Les mammites bovines et la résistance aux antibiotiques.

II1. Les mammites.

III.1.1. Définition des mammites :

La mammite est une inflammation de la mamelle dont l'origine la plus fréquente est la pénétration d'une bactérie dans un quartier par le canal du trayon. (Remy et al., 2010).

Chez la vache laitière, la mammite est une maladie multifactorielle de la glande mammaire, qui survient chez la majorité des vaches au moins une fois par an (Hamann et al., 2010). Elle est causée par des agents physiques (blessures...), ou chimiques (des levures...). Cependant, la majorité des cas sont infectieux et généralement causés par des bactéries (Remy et al., 2010).

En santé animale, la mammite bovine est considérée comme l'une des maladies les plus répandues et économiquement importante affectant les troupeaux laitiers à travers le monde (El-Asker et al., 2015). La mammite réduit la qualité du lait produit et parfois la quantité, et augmente le risque de résidus d'antibiotiques dans le lait ; elle perturbe le travail des éleveurs, engendre des impacts financiers, réduit le bien être de la vache et peut avoir un effet négatif sur l'image de la production laitière (Lam et al., 2013).

III.1.2. Différents types de mammites :

On distingue deux formes des mammites, selon la sévérité de l'infection de la mamelle : mammite clinique et mammite subclinique.

III.1.2.1. Mammites subcliniques :

La mammite subclinique est une inflammation d'un quartier de la mamelle sans apparition des signes visibles sur la vache, la mamelle ou dans le lait. Elle s'accompagne d'une augmentation du nombre des cellules dans le lait (Gourreau et Bendali, 2009).

Ce type de mammite est diagnostiqué par l'élévation des cellules du comptage des cellules somatiques (>200 000 cellules/ml) ou de la conductivité du lait (Poutrel, 1985).

Elle est, par définition, asymptomatique ; le lait parait macroscopiquement normal même en début de traite et la vache ne présente aucun signe local ou général. L'infection est détectée par (Anselme, 2007) :

- Un comptage cellulaire du lait (augmentation des cellules somatiques du lait, surtout les polynucléaires neutrophiles),

- Un examen du lait au laboratoire avec mise en évidence de modifications chimiques (baisse du taux de caséines et de lactose, augmentation du taux de chlorures), ou un examen bactériologique du lait avec présence de pathogènes.

Les germes responsables de la mammite subclinique sont essentiellement à Gram positif (staphylocoques et streptocoques).

Les mammites subcliniques, beaucoup plus fréquentes que les mammites cliniques dans les élevages, sont silencieuses et donc responsables de pertes économiques importantes par une baisse de la production laitière et une augmentation du comptage cellulaire du troupeau. (Noireterre, 2006), Pour cet auteur, le diagnostic de ces mammites se fait par :

- des analyses directes de la concentration cellulaire du lait, effectuées en routine dans le cadre du Contrôle laitier.

- des tests comme le California Mastitis Test « CMT » (Remy et al., 2010).

III. 1.2.2. Les mammites cliniques :

La mammite clinique se caractérise par la présence de symptômes généraux (fièvre, perte d'appétit...) et locaux (douleur...). Le lait est modifié dans son aspect, sa texture et dans la quantité produite (Bosquet et al., 2005). La mammite clinique s'accompagne parfois d'une forte réaction inflammatoire et de symptômes graves (congestion, œdème, sécrétion du lait décomposée ou purulente, abcès, fistule et gangrène). Peuvent aussi apparaitre des signes généraux plus ou moins intenses, liés à une intoxication et une bactériémie précoce (fièvre, troubles nerveux et amaigrissement) (Faroult et al., 2003).

Ces mammites entrainent toujours d'importantes chutes de production de lait, et parfois la perte totale d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle (Figure 7), conduisant à la réforme et exceptionnellement à la mort de l'animal.

Figure 7. Déséquilibre de la mamelle causé par une mammite clinique, avec perte totale de deux quartiers. (Photo originale)

Selon le degré d'apparition et de gravité des symptômes, les mammites cliniques sont classées en plusieurs types.

-La mammite suraiguë :

La mammite suraiguë est une inflammation très brutale de la mamelle qui survient généralement dans les jours suivant le vêlage. La mamelle est très congestionnée, douloureuse, chaude et volumineuse. L'état général de l'animal est affecté, avec de la fièvre et un abattement profond. La sécrétion de lait est soit interrompue, soit très modifiée, avec un aspect séreux, aqueux ou hémorragique. La mammite suraiguë apparait et évolue très rapidement (d'une traite à l'autre par exemple). Elle est rare mais souvent mortelle (Hanzen, 2010). Elle peut prendre deux formes différentes (Hanzen, 2010) :

***La forme paraplégique** : elle est causée par des coliformes, présente de l'hypothermie et peut entrainer un décubitus de l'animal.

***la forme gangréneuse** : elle est provoquée par *Staphylococcus* aureus ou parfois par des bactéries anaérobies. Le quartier atteint est bleu, froid, avec une sécrétion nauséabonde. Les parties nécrosées tombent du corps (Figures 8 et 9).

Figure 8. Zone de gangrène
(Remy et al.,, 2010)

Figure 9. Aspect de la sécrétion
(Remy et al.,, 2010)

-La mammite aigue

Dans ce type de mammite clinique, particulièrement dans les cas extrêmes, la vache présente des signes généraux comme de la fièvre, de l'abattement, un rythme cardiaque élevé, la perte d'appétit et parfois des troubles nerveux et la production de lait est impactée en quantité et en qualité. Ce type de mammites peut survenir à tous les stades de la lactation et est causé par différents types de bactéries. En l'absence de traitement, il y a une fréquente évolution vers la chronicité (Airieau, 2000).

-La mammite chronique :

Ce type de mammite apparait généralement après une mammite aiguë ou suraiguë. Elle se caractérise par une inflammation modérée mais persistante de la mamelle, qui évolue lentement sur plusieurs mois ou plusieurs années, parfois durant toute la vie de l'animal. (Alexandre, 2005).

L'état général de l'animal n'est pas affecté et les signes locaux sont très discrets mais il y a présence de zones fibrosées de taille et de localisation variables, et palpables après la traite dans le parenchyme mammaire. Le lait présente des grumeaux dans les premiers jets et les quantités produites diminuent progressivement. Le quartier touché s'indure et finit par se tarir complètement. Pendant l'évolution de cette mammite, il y a souvent apparition d'épisodes cliniques plus ou moins intenses et cette évolution chronique est la forme la plus caractéristique des infections dues à des Streptocoques ou à des Staphylocoques (Hanzen, 2010).

III.1.3. Causes des mammites :

Les mammites sont presque exclusivement d'origine infectieuse, après pénétration d'un germe par le canal du trayon. Mais, elles peuvent être causées par des champignons ou des parasites (Remy et al., 2010). Les mammites d'origine chimique ou traumatique sont rares. Le traumatisme suite à un choc violent peut entraîner un hématome intra-mammaire mais, le plus souvent, ce sont des traumatismes ou des agressions de la peau du quartier ou du trayon qui provoquent la mammite (Remy et al., 2010).

Enfin, le canal du trayon peut connaître une sténose, soit à la suite d'une lésion provoquée par un dysfonctionnement de la machine à traire, soit par un autre obstacle comme un papillome. L'issue de ces agressions est une infection secondaire (Figure 9).

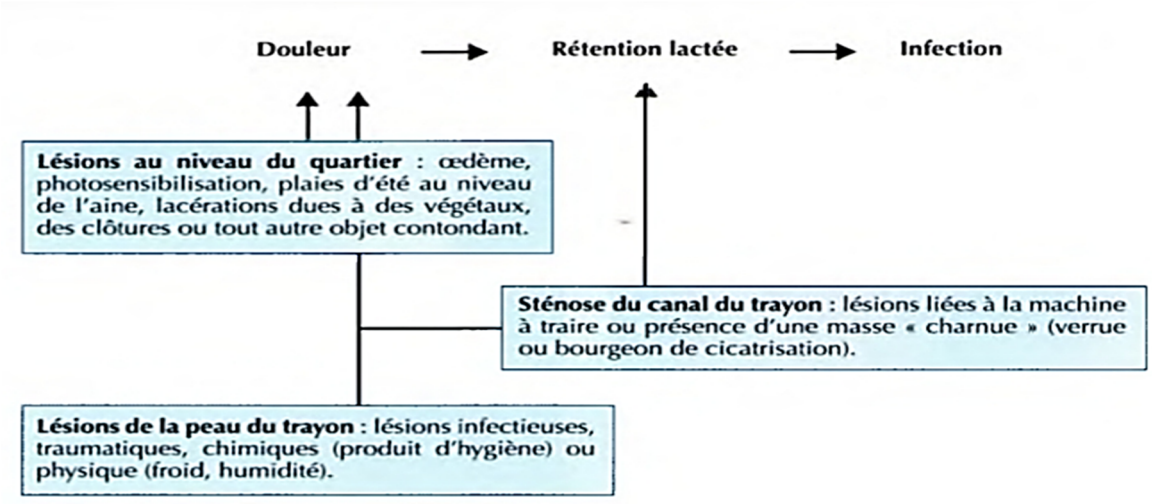


Figure 9. Différentes causes pouvant provoquer une mammite (Remy et al.,2010)

III.1.4. Germes responsables des mammites :

Plus d'une centaine de bactéries sont responsables de mammites mais quatre à cinq types sont responsables de 80 à 90 % des mammites (Remy et al., 2010). Selon cet auteur, ces types sont regroupés en deux catégories, selon leur habitat et les mécanismes de transmission : les germes de la mamelle elle-même et les germes de l'environnement.

III.1.4.1. Germes de réservoir ou de la mamelle (la peau de la mamelle, celle des trayons ainsi que le tissu glandulaire)

Ces germes se localisent sur la peau de la mamelle et des trayons et dans le tissu glandulaire. Ils se transmettent pendant la traite, d'une vache infectée à une vache saine par le biais des manchons trayeurs, des mains du trayeur ou tout autre moyen utilisé sur les trayons lors de la traite comme les lavettes (Remy et al., 2010).

- ***Streptococcus agalactiae***

Ce germe est un parasite de la glande mammaire. Il est surtout présent dans le lait et les quartiers atteints, les plaies du trayon, et dans le milieu extérieur où il peut se maintenir pendant trois semaines.

L'infection par *Streptococcus agalactiae* provoque une mammite spécifique chez la vache. La source principale de l'infection est la mamelle d'un sujet infecté et la contamination se fait essentiellement pendant la traite. Cependant, lorsque les conditions hygiéniques sont mauvaises, l'environnement contaminé peut constituer la source de contagion (Blood et Henderson, 1976). Le streptocoque se maintient dans la mamelle jusqu'au premier vêlage (Hanzen et Castaigne, 2002).

Les streptocoques constituent la principale cause de mammite subclinique. Il est le seule germe qui fait augmenter de manière significative le comptage bactérien du lait (Emanuelson et Person, 1984).

- ***Staphylococcus aureus à coagulase-positive***

Ce germe est l'un des principaux pathogènes responsables de mammites dans l'espèce bovine, avec 80% des cas de mammites subcliniques ; il est aussi responsable de mammites cliniques gangréneuses (Hanzen et Castaigne, 2002). Il est parfois difficile de le détecter surtout dans les cas suraigus, lorsque le tissu nécrosé est envahi par diverses clostridies. (Radostits et al., 1994). Ce germe qui résiste à de nombreux antibiotiques (Hanzen et Castaigne, 2002) est transmis, principalement, par les lésions cutanées des mains du trayeur. Des mesures d'hygiène tel qu'un trempage des trayons et un traitement au tarissement permettent de mieux contrôler la dissémination de ce germe (Bruyas, 1997).

III.1.4.2. Germes d'environnement :

Les germes d'environnement sont des bactéries dont le milieu de vie est le bâtiment, en particulier la litière. Leur transmission se fait principalement entre les traites (Remy et al., 2010).

- ***Escherichia coli***

E. coli est un bacille Gram négatif présent dans les fèces des animaux et qui se développe dans la litière ou les aires de couchage. Après inoculation, le pic de croissance du germe intervient entre 5 et 16 heures, et les symptômes apparaissent plus tardivement (Salat et al., 2007). La sévérité de ces symptômes dépend de l'animal et de sa réaction immunitaire (Wenz et al., 2006). La mammite à E. coli est précédée d'une diarrhée qui provoque une élimination massive de germes dans le milieu extérieur, constituant ainsi un risque supplémentaire de sa dissémination.

Les infections à *Escherichia coli* sont possibles à tout moment de la lactation mais elles sont plus présentes dans les trois premières semaines. L'auto-guérison est possible lors de mammite subclinique ou subaiguë.

Selon Remy et al. (2010), E. coli est dite polyclonal (plusieurs souches d'une même espèce peuvent être présentes en même temps) et certaines de ses souches sont capables d'envahir les cellules épithéliales (Schmitt et al., 2007) et sont responsables de mammites chroniques.

Figure 11. *Escherichia coli* : une source permanente, les fèces (Remy et al.,, 2010)

- ***Streptococcus uberis***

S. uberis est un germe saprophyte, résistant au froid. Il est présent sur la peau du trayon, sur les muqueuses et sur les poils. Il est présent aussi dans la glande mammaire et dans la litière souillé par les fèces des animaux (Wenz et al., 2006)). Ce germe, souvent associé aux infections par *Escherichia coli,* est responsable de mammites cliniques aigues avec inflammation du quartier, fièvres et caillots dans le lait. Il est aussi responsable de mammites subcliniques, surtout pendant la période de tarissement et au cours des premières semaines de lactation (Boucharde, 2003). Lorsque l'infection passe à l'état chronique, ou avec certaines souches, la réaction inflammatoire est plus modérée, sans fièvre, mais elle reste généralement supérieure à celle rencontrée lors de mammite subclinique à *Staphylococcus aureus*.

Le Streptococcus uberis colonise les voies galactophores et en l'absence de traitement adéquat, se fixe sur les cellules épithéliales, empêchant son évacuation dans le lait lors de la traite (Bergonier et al., 2002). Il parvient à désorganiser des barrières tissulaires (Serieys, 2003), favorisant son passage dans le parenchyme (Bosquet et al., 2005). Le quartier atteint peut devenir un réservoir mammaire de germes et l'infection devient chronique.

Pour prévenir l'infection par S. uberis, il est préconisé de traiter les animaux au tarissement et de veiller aux conditions de logement, particulièrement à celles des génisses et des vaches taries.

- ***Streptococcus dysgalactiae***

Ce germe est présent dans le pis, sur la peau et les lésions des trayons, sur les poils de la glande mammaire et chez certains insectes piqueurs. Il est souvent associé au Staphylocoque et constitue un facteur prédisposant aux infections par le *Corynebacterium pyogènes* (mammite d'été) (Emanuelson et Person, 1984). S. Dysgalactiae est sensible à l'amoxicilline, pénicilline et à la plupart des antibiotiques. Son éradication est facile et un post-trempage permet de mieux contrôler l'infection (Hanzen et Castaigne, 2002).

III.1.5. Evolution des mammites :

L'évolution de l'infection mammaire dépend du type de germe et du statut immunitaire du bovin (Boutel et al., 2006) : Ce statut immunitaire est étroitement lié à l'état de l'animal.

Ainsi, l'interaction entre le système immunitaire et les agents pathogènes conduit à l'une des trois situations possibles : la guérison, l'extension ou la fluctuation (Bouaziz, 2021).

- **La guérison :**

Dans ce cas, les moyens de défense de la vache, à travers sa réponse immunitaire, sont très efficaces et détruisent tous les germes (Bouaziz, 2021). L'infection est éliminée avec ou sans forme cliniquement visible.

- **L'extension :**

Dans cette situation, la réponse immunitaire de l'organisme est dépassée et l'infection progresse dans la mamelle. Cette évolution provoque une mammite clinique ou subclinique pouvant évoluer vers la chronicité (Remy et al., 2010).

- **La fluctuation :**

La fluctuation est un équilibre instable entre les germes qui se multiplient dans le lait et les cellules qui s'opposent à cette multiplication. Cette confrontation produit des fluctuations importantes, rapides et souvent en sens opposé du nombre des polynucléaires et des germes dans le lait du quartier infecté. Ceci se traduit par des infections chroniques ou mammites subcliniques et c'est l'évolution la plus fréquente dans les élevages. Ce type d'infection peut durer des mois ou des années (Bouaziz, 2021).

Pour Remy et al. (2010), les mammites résultent d'une compétition entre un germe et les cellules de la lignée blanche et les trois issues possibles sont : la guérison, la mammite subclinique ou la mammite clinique (Figure 12) :

✓ Les cellules gagnent sans traitement : il s'agit d'une guérison spontanée, grâce aux défenses de la vache.

✓ Les bactéries gagnent : cela se traduit par une mammite clinique ou visible, caractérisés à minima par des modifications du lait, observables par l'éleveur lors de la traite.

✓ Le troisième cas est intermédiaire : il n'y a pas de mammite visible mais la vache a conservé des cellules, c'est-à-dire des témoins d'une inflammation persistante, dans sa mamelle. Donc, il y a une mammite subclinique ou une mammite invisible, puisqu'il n'y a pas de signes locaux ou généraux apparents (Remy al., 2010).

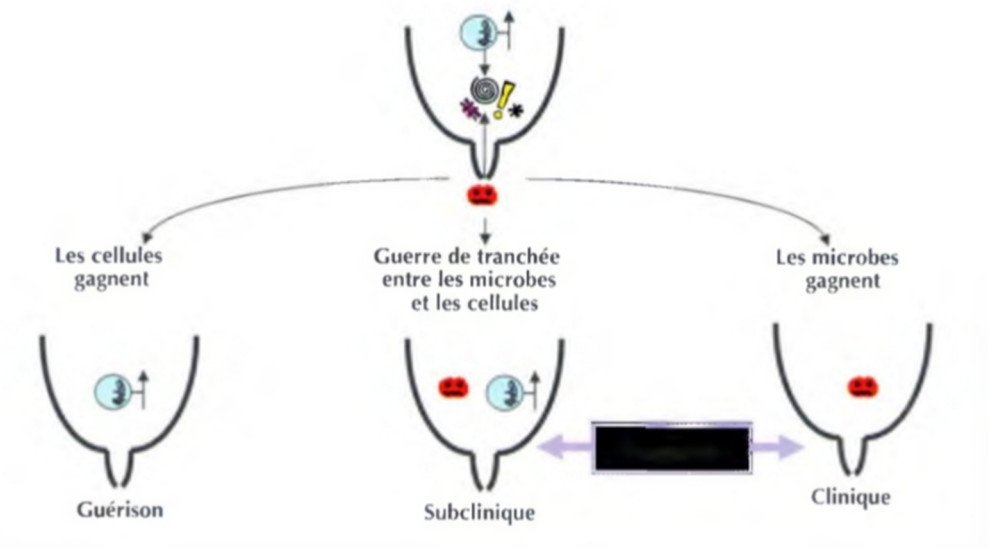


Figure 12. Les trois possibilités d'évolution lors de l'apparition d'une mammite (Remy et al., 2010)

III.1.6. Traitement et prévention des mammites :

III.1.6.1. Le traitement des mammites :

Raisonner la prise en charge sanitaire d'un élevage avec mammites exige la prise en compte des éléments suivants (Faroult, 1999) :

• Le diagnostic est orienté vers les causes ou les symptômes, précoces ou tardifs, individuels ou d'élevage.

• Le germe : quel réservoir de localisation, résistance aux antibiotiques.

• Les animaux : symptômes cliniques ou subcliniques.

• L'antibiotique : différentes propriétés, interactions et efficacité.

• Le moment du traitement : pendant la lactation ou au tarissement.

• Les conséquences du traitement : aspects économiques, résidus, bonnes pratiques vétérinaires.

Les mammites sont traitées avec des antibiotiques. Et la réussite d'une antibiothérapie est liée à une intervention rapide, massive et prolongée (le temps nécessaire). Il existe 3 types de préparations antibiotiques intra-mammaires dans le commerce (Guerin et al., 2012).

- ✓ Antibiotiques à action rapide, AR. Ces traitements sont en général administrés en cas de mammite aigue (clinique), pendant la lactation.
- ✓ Antibiotiques à action longue, LA. Ces traitements sont indiqués dans les cas de mammites chroniques (subcliniques), pendant la lactation.
- ✓ Antibiotiques à utiliser hors lactation, HL. Ces traitements sont destinés aux mammites subcliniques ou chroniques pendant le tarissement.

Pour ce qui concerne les antibiotiques que l'on peut administrer par voie parentérale, très peu d'entre eux se concentrent dans le lait puisqu'elle permet une action rapide du traitement et l'antibiotique rejoint facilement la circulation sanguine. Ces produits ont donc une utilité pour le traitement de la mammite (Guerin et al., 2012).

- ➢ **Le moment du traitement :**

Un traitement doit être aussi précoce que possible ; le choix entre traitement en lactation ou au tarissement dépend des symptômes présentés par l'animal. Ainsi, le traitement en lactation est préconisé pour les mammites cliniques et le traitement au tarissement est conseillé pour les mammites subcliniques (Radostits et al., 1997).

- ➢ **Le traitement des mammites en lactation (mammites cliniques) :**

Le traitement pendant la lactation vise la disparition des signes cliniques et la guérison bactériologique. Le choix du traitement est basé sur son effet bactéricide et ses critères économiques (Faroult, 1998). Le traitement doit être entrepris dès la détection de la mammite : sa cause bactérienne étant inconnue, il doit débuter avec un antibiotique à large spectre ou une association d'antibiotiques. L'antibiothérapie par voie générale peut être envisagée pour des mammites ayant des répercussions sur l'état général de la vache (Flache, 2002). En raison de l'utilisation abusive des antibiotiques à large spectre et du développement de la résistance aux antibiotiques, des efforts sont faits pour développer des méthodes d'identification des germes avec des tests rapides, afin de cibler les antibiotiques à utiliser.

➢ Le traitement des mammites hors lactation :

Selon Serieys et Faroult (2001), la définition d'un plan de traitement au tarissement nécessite d'abord l'évaluation de deux types de risques sanitaires potentiels :

✓ Le risque de non guérison des infections subcliniques de la lactation précédente, présentes le jour du tarissement.

✓ Le risque d'apparition de nouvelles infections, au cours de la période sèche.

Pour les mêmes auteurs, l'évaluation des risques permet de choisir parmi deux types de plan de traitement :

a. Le plan de traitement uniforme :

Il s'agit d'administrer le même traitement à l'ensemble des vaches du troupeau quel que soit leur statut : infectées ou non infectées, sensibles ou résistantes, à faible ou à forte valeur économique. Ce traitement a, généralement, une efficacité correcte avec en moyenne des taux de prévention des nouvelles infections d'environ de 50 % et des taux de guérisons bactériologiques des quartiers atteints de l'ordre de 75 % (Serieys et Faroult, 2001). Le traitement à utiliser doit avoir une double fonction, préventive et curative (Serieys et Faroult, 2001).

b. Le plan de traitement différencié :

Dans ce cas, il y a prise en compte de l'état d'infection des vaches au moment du tarissement. Aux vaches infectées ou douteuses qui sont très sensibles aux nouvelles infections, est administré un traitement à but curatif et préventif. Celles non infectées reçoivent un traitement orienté vers la prévention, ou laissées sans traitement (Serieys et Faroult, 2001).

➢ Voie du traitement :

Il existe deux types de voies de traitement lors d'une mammite : la voie parentérale et la voie intra-mammaire.

a. Le traitement parentéral :

La voie parentérale est une voie d'administration d'un médicament qui se fait par injection (intramusculaire, intraveineuse, etc.). Il est conseillé dans les cas de mammites ayant des

signes généraux intenses, pour prévenir l'apparition d'une septicémie ou d'une bactériémie et aider à la lutte contre l'infection glandulaire (Radostits et al., 1997).

b. Les infusions mammaires :

En raison de leur commodité et de leur efficacité, les infusions mammaires sont la méthode la plus utilisée dans le traitement des mammites. Des tubes à usage unique contenant les antibiotiques sont administrés dans la glande mammaire par le canal du trayon. Ces tubes sont aussi moins chers, lorsqu'il y a un grand nombre de quartiers à traiter (Radostits et al., 1997).

III.1.6.2. Prévention des mammites :

En général, le contrôle des mammites passe par la prévention des nouvelles infections et l'élimination des infections existantes (Wattiaux, 1999). Donc, la prévention est plus efficace que par le traitement.

- **Prophylaxie médicale :**

Elle se fait avec un vaccin :

- Vaccin contre les mammites à coliformes (*E. coli*) : des études ont démontré une incidence de mammites à coliformes quatre à cinq fois inférieure chez les vaches vaccinées par apport aux vaches non vaccinées, mais avec absence d'effet pour la prévention les nouvelles infections intra- mammaire subclinique (Hogan et Smith, 2003).
- Vaccin contre les mammites à Staphylococcus aureus pour stimuler le système immunitaire des vaches (Forget, 2005).

- **Prophylaxie sanitaire :**

L'objectif de cette prévention est de maitriser les sources des germes, les mécanismes de leur transmission et les facteurs propres de l'animal, avec une ou plusieurs mesures pour chaque point critique (Brouillet et Raguet, 1990).

Pour les mammites à réservoir mammaire, les mesures prophylactiques visent à empêcher la contagion pendant la traite. Pour les mammites à réservoir environnemental, l'effort porte sur les conditions d'ambiance et d'hygiène du logement avec une attention particulière pour les aires de couchage (Brouillet et Raguet, 1990).

Pour Labbée (2007), la prophylaxie repose sur :

✓ L'hygiène du logement : le paillage doit être effectué chaque jour avec 1,2 kg de paille/m² et le fumier doit être enlevé de préférence 2 fois par jour

✓ L'hygiène de traite : particulièrement les mains du trayeur et la machine à traire,

✓ l'utilisation de serviettes individuelles. le trempage ou la pulvérisation des trayons avant et après la traite.

✓ La réforme des cas chroniques incurables.

III.1.7. Conséquences des mammites :

L'importance accordée aux mammites se justifie par les différents types d'effets négatifs qu'elles entrainent sur la santé humaine et animale et sur l'économie de la production et l'industrie laitières. Cette importance devient de plus en plus grande les dernières années en raison des maladies émergentes causées par des pathogènes rendus multi résistants aux antibiotiques par les traitements. Ainsi, la médecine (humaine est vétérinaire) est mise en difficulté par des souches de bactéries devenues résistantes à différentes molécules antibiotiques, appelées Bactéries Multirésistantes (dites BMR) et plus récemment par des souches de bactéries appelées bactéries hautement résistantes émergentes (dites BHRe), avec un risque d'impasse thérapeutique (Baquer et al., 2021). L'impasse thérapeutique étant l'absence de traitement.

III.1.7.1. Conséquences économiques :

Pour producteur de lait, les pertes sont de plusieurs types (Hanzen, 2010) :

✓ Pertes en production de lait : le niveau de la baisse de la synthèse de la glande mammaire augmente avec la gravité et la persistance de l'inflammation.

✓ Couts élevées des traitements.

✓ Dépréciation commerciale (chute de la valeur) et même des pénalités liées à une augmentation du taux cellulaire dans le lait, à la présence d'antibiotiques ou résidus, ou à la baisse de la qualité et de la quantité de lait produit.

✓ Détérioration des performances zootechniques, avec l'augmentation des intervalles entre les vêlages, des contaminations de vaches saines, des animaux incurables et une baisse considérable de la production laitière.

Pour le transformateur, les modifications de la composition du lait à cause de la mammite (comme nous l'avons vu plus haut), entraînent une baisse de sa qualité technologique et des perturbations de procédés de fabrication comme l'augmentation de la température de chauffe, une coagulation plus lente, des défauts de gouts, etc. (Bouaziz, 2021)

III.1.7.2. Conséquences sanitaires :

Les mammites peuvent conduire à la perte des quartiers atteints et même de la vache. La perte de parties de la mamelle porte atteinte à l'hygiène et au bienêtre de l'animal.

Le risque de zoonoses (maladies infectieuses animales transmissibles à l'homme) lié à la contamination du lait par certains germes est objet de préoccupations en santé publique (Bradley, 2002). Le lait de mammites cliniques n'est pas commercialisé mais celui des infections subcliniques peut l'être et entrer dans la production de fromages et autres produits laitiers. La contamination de ces derniers par certains germes (*Staphylococcus aureus, Salmonella*...) peut être responsable de toxi-infections alimentaires en l'absence de pasteurisation (Gedilaghine, 2005).

Il est à noter que dans notre pays, il n'y a pas de paiement à la qualité et donc le comptage cellulaire est absent ; or c'est ce dernier qui permet d'identifier de manière rapide et simple les mammites subcliniques dans les élevages. Il en résulte que le lait de vaches atteintes de mammites subcliniques est vendu normalement aux laiteries qui auront des difficultés de transformation et aussi dans les commerces de détail (crèmeries, épiceries). Pour Bouaziz (2021), les risques de consommation d'un lait de mammite sont nombreux, parmi eux :

- Allergie aux résidus d'antibiotiques

- Risque bactériologique avec le lait cru non pasteurisé ou fromages de lait cru (passage de germes aux consommateurs via le lait ou le fromage.

III.1.7.3. Conséquences environnementales :

La principale relation des mammites avec l'environnement passe par les antibiotiques. Des antibiotiques naturels ont toujours existé dans la nature et c'est leur modification chimique

par l'homme pour produire des antibiotiques semi-synthétiques qui a engendré des effets négatifs. Ces effets sont aggravés avec la production d'antibiotiques totalement synthétiques.

Selon Lakshmi et al. (2017), 100 000 tonnes d'antibiotiques sont administrées chaque année pour les animaux d'élevage : bétail, animaux de basse cours et en aquaculture, soit 60% de la production totale d'antibiotiques dans le monde, et la tendance augmente toujours (Singer et al., 2016). Les antibiotiques administrés aux animaux sont retrouvés sous forme active dans leurs excréments (Maurin, 2018).

Ainsi, des antibiotiques et résidus d'antibiotiques ainsi que des germes résistants aux antibiotiques passent dans l'environnement (sol, eau, lait, viande, etc.) par le biais d'animaux traités.

III.2. La résistance aux antibiotiques

III.2.1. Définition des antibiotiques et de la résistance aux antibiotiques :

III.2.1.1. Les antibiotiques :

Les antibiotiques sont des substances naturelles produites par certains micro-organismes ; elles sont actives sur d'autres bactéries (Remy, 2010), en ciblant principalement :

- ✓ la paroi de la bactérie : la pénicilline, par exemple
- ✓ le noyau (et son ADN).
- ✓ une enzyme produite par la bactérie et qui est nécessaire à son développement.

Les antibiotiques agissent sur la bactérie selon deux voies : ils peuvent la tuer (effet bactéricide) ou bloquer plus ou moins longtemps sa multiplication (effet bactériostatique). Cela a le même effet car, par la suite, le système immunitaire prend le relais en phagocytant les bactéries. L'antibiotique sert dans ce cas à empêcher le système immunitaire d'être submergé (Remy, 2010).

III.2.1.2. La résistance aux antibiotiques :

Pour l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS., 2016), « On parle de résistance aux antimicrobiens lorsque des micro-organismes (bactéries, virus, champignons et parasites)

acquièrent une résistance à un médicament antimicrobien auquel ils étaient auparavant sensibles ».

La résistance d'une bactérie aux antibactériens, ou l'antibiorésistance, est la capacité d'une bactérie à résister à l'action d'un antibiotique (Remy, 2010). Cette résistance peut se lire de différentes manières, selon les spécialités (Remy et al., 2010) : pour le vétérinaire, elle correspond à l'absence de guérison bactériologique après un traitement adapté et mené selon un bon protocole. Pour le bactériologiste, elle correspond à l'acquisition par une bactérie de mécanismes qui lui permettent de résister à la concentration minimale inhibitrice déterminée pour des souches sensibles. Pour l'épidémiologiste, il s'agit des groupes de souches se distinguant du reste de la population par une concentration minimale inhibitrice plus élevée que la moyenne (Anthony et al., 2001).

La résistance des bactéries aux antibiotiques est soit naturelle, soit acquise. Cette acquisition se fait par mutation (résistance dite endogène) ou par l'acquisition de nouveaux gènes de résistance par le biais d'échanges de matériel génétique avec des bactéries de même espèce ou d'espèces différentes (résistance exogène) (Muylaert et Mainil, 2012).

III.2.2. Utilisation des antibiotiques dans le traitement des mammites :

Les mammites représentent la principale pathologie en élevage bovin et le vétérinaire a souvent recours aux antibiotiques pour les traitements (Gehring et Smith, 2006). Les antibiotiques sont utilisés pendant la lactation ou en dehors (tarissement).

- **Les antibiotiques utilisés pour le traitement en lactation :**

Le traitement des mammites en lactation est la principale cause de contamination du lait par les antibiotiques (Sraïri et al., 2004).Ces derniers sont utilisés pour les infections cliniques (Guérin et Guérin-Fabulée, 2007), causées dans deux tiers des cas par des germes Gram positif (Streptococcus uberis et Staphylococcus aureus) et dans le tiers restant par des germes Gram négatif (*E. coli*).

Les antibiotiques sont utilisés individuellement ou combinés, soit à un autre antibiotique, soit à un anti inflammatoire (Tableau 3).

Tableau 3 : Antibiotiques utilisés pour le traitement des mammites en lactation.(Guérin et Guérin-Fabulée, 2007)

Préparation contenant 1 seul antibiotique
Céfalexine
Céfopérazone
Celfquinome
Céfazoline
Cloxacilline
Oxacilline
Préparation contenant 2 antibiotiques
Ampicilline+cloxacilline
Ampicilline+dicloxacilline
Cloxacilline+gentamicine
Pénicilline G+Dihydrostreptomycine
Pénicilline G+ néomycine
Lincomycine+néomycine
Cloxacilline+colistine
Préparation contenant antibiotiques et anti-inflammatoire
Amoxicilline+acide clavulanique+prednisolone
Néomycine+Bacitracine+Tétracycline+Prendnisolone

- **Les antibiotiques utilisés pour le traitement hors lactation (tarissement)**

Le traitement de tarissement vise l'élimination des infections subcliniques et la prévention de nouvelles infections pendant la période sèche (Lescoeur, 2003). Cette prévention est obtenue par l'emploi d'antibiotiques à effet retard (Tableau 4) (Guérin et Guérin-Fabulée, 2007).

Tableau 4 : Antibiotiques utilisés pour le traitement des mammites hors lactation (Guérin et Guérin-Fabulée, 2007).

Préparation contenant 1 seul antibiotique
Cloxacilline
Oxacilline
Céfalexine
Céfazoline
Céphalonium
Cefquinome
Préparation contenant 2 antibiotiques
PénicillineG+Néomycine
Cloxacilline+Colistine
Néomycine+Spiramycine
Cloxacilline+Néomycine
Préparation contenant 3 antibiotiques
Dihydrostreptomycine+Pénicilline + Nafcilline

III.2.3. Conséquences de l'utilisation des antibiotiques dans le traitement des mammites :

L'utilisation d'antibiotiques dans les traitements des mammites pour soigner les vaches atteintes ou pour prévenir d'éventuelles mammites favorise l'apparition des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques ; cela correspond à la « résistance acquise », car non naturelle.

La résistance des souches pathogènes chez les animaux est considérée comme une grande menace pour les animaux et les humains, d'où l'intérêt croissant pour cette question dans le monde actuellement. Des recherches de transmission éventuelle de ces pathogènes à l'homme par tout ce qui est lié aux vache traitées est important (Goni et al., 2004).

Dans les populations de bactéries, il existe des bactéries sensibles et d'autres moins sensibles à telle ou telle molécule antimicrobienne. Lorsqu'un antibiotique administré à une dose x à une vache tue les cellules sensibles, il échouera à éliminer les bactéries modérément résistantes. Ces dernières persisteront dans la glande mammaire et se multiplieront pour devenir la souche dominante. Et de ce fait, la population bactérienne deviendrait entièrement résistante (Anonyme, 2007).

En plus de cet effet de création de souches bactériennes résistantes, l'utilisation des antibiotiques a d'autres conséquences déjà décrits plus haut, dans différentes parties du document (effets sanitaires, effets sur l'environnement, économiques avec la dépréciation de la qualité du lait, etc.).

III.2.4.La surveillance de la résistance aux antibiotiques:

La résistance aux antimicrobiens de nombreux pathogènes est une question très préoccupante dans le monde. Elle est devenue une menace croissante pour la santé publique. Il est inquiétant de constater la propagation rapide, dans le monde entier, de bactéries multirésistantes qui provoquent des infections courantes et qui sont devenues insensibles aux traitements existants (OMS, 2016). La surveillance de cette résistance est devenue une priorité mondiale dans les domaines de la santé, de l'élevage, de l'alimentation et de l'environnement.

III.2.4.1. Au niveau mondial

En 1999, un premier travail de standardisation des normes est fait par l'OMS. Les travaux se sont poursuivis et en 2015, l'assemblée mondiale de la Santé a adopté le plan d'action mondial pour combattre la résistance aux antimicrobiens. Ce plan, qui devait regrouper les plans nationaux (chaque pays devait élaborer son propre plan) a donné lieu à la création du Système mondial de surveillance de la résistance aux antimicrobiens (GLASS). L'objectif de ce système est de permettre « la collecte, l'analyse et la transmission aux pays de données validées, comparables et normalisées sur la résistance aux antimicrobiens » pour guider les actions des différents pays et des instances internationales et régionales (OMS, 2016).

De nombreuses autres initiatives de surveillance de la résistance aux antibiotiques existent à travers le monde ; elles concernent des pays, groupes de pays, des germes particuliers ou des secteurs d'activité spécifiques (hôpitaux par exemple).

III.24.2. Au niveau national :

L'Algérie a commencé à agir de manière concrète dans ce domaine en 1999, avec la création du Réseau National de la Surveillance de la Résistance des Bactéries aux Antimicrobiens, (**AARN** : Algerian Antimicrobial Resistance Network) ; l'AARN est répertorié sur le site de l'OMS en 2001. Ce réseau agit au niveau national pour élaborer et mettre en œuvre le plan national et participe aux activités du réseau mondial à l'extérieur. Au niveau national, il a de nombreuses missions. Parmi elles :

- L'organisation de la surveillance de la résistance des bactéries aux antimicrobiens (la détection et le suivi de résistances en médecine humaine et vétérinaire),
- La codification des activités (particulièrement celles de laboratoires et autres organismes concernés par la question des germes et des antimicrobiens).
- La sensibilisation de différentes catégories d'acteurs à la problématique,
- La communication et la production de documents (rapports bilans, analyses, et autres), La collecte et La conservation de souches bactériennes résistantes pour de futures études ;
- La réalisation d'une activité de veille et l'émission d'alertes pour les cas jugés nécessaires.

L'adresse web du réseau est hébergée sur le site de l'Institut Pasteur d'Algérie : **http://aarn.pasteur.dz**

En 2013, un texte de loi organise ce réseau et le ministère de l'agriculture, à travers l'Institut National de Médecine Vétérinaire (l'INMV), crée un réseau de la surveillance de la résistance aux antibiotiques dans le monde de l'élevage « RESARVET ».

En 2017, il y a eu création du comité multisectoriel de lutte contre la résistance aux antimicrobien (Tali Maamar, 2018) et l'institutionnalisation d'une journée 'nationale de la lutte contre la résistance aux antimicrobiens.

Sur le terrain, particulièrement dans la sphère de l'élevage, l'action de ces réseaux reste insuffisante, et les éleveurs sont assez éloignés de cette importante problématique. Le peu d'initiatives menées cible les vétérinaires. Ce manque serait dû à une volonté insuffisante, qui se traduit par des moyens d'action insuffisants.

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre IV

Matériel et Méthodes

IV.1.Problématique et objectifs :

La mammite bovine est une pathologie très fréquente dans les élevages laitiers pour lesquels elle représente la maladie la plus coûteuse. Les mammites sont inévitables chez la vache laitière puisque les trayons sont sollicités 2 fois par jour, chaque jour, pendant chaque lactation. L'objectif n'est pas de les éradiquer dans les exploitations mais de les maitriser à des niveaux acceptables. Cette maitrise passe par celle des conditions d'hygiène sur deux principaux volets : le bâtiment d'élevage et la traite. Or, nos éleveurs connaissent mal cette maladie, ses principales causes parmi leurs pratiques de conduite de leur élevage et ses conséquences sur leur activité.

La mammite s'exprime sous deux formes principales :

- la mammite clinique, se déclare avec des signes plus ou moins importants au niveau de la mamelle, du lait ou sur l'ensemble de l'animal (état général) qui alertent les éleveurs. Généralement, ces derniers versent directement dans l'application de traitements antibiotique librement achetés pour réduire les frais vétérinaires.

Les vétérinaires interviennent souvent lorsque la situation des vaches atteintes se complique et dans ces cas, les prescriptions ne sont pas toujours réussies, surtout en l'absence de résultats d'analyses bactériologiques qui permettraient de cibler les germes avec les antibiotiques les plus efficaces.

De plus, la méconnaissance des dangers de l'utilisation des antibiotiques par les éleveurs fait qu'ils peuvent ne pas respecter les doses et les délais d'attente spécifiques, vendre le lait contenant des antibiotiques , censé être éliminé.

Il en résulte une surconsommation et une utilisation non contrôlée des antibiotiques, avec pour conséquences : la résistance aux antibiotiques chez les animaux et chez l'homme, la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait, etc.

- La mammite subclinique : elle est non visible à l'éleveur car elle ne présente pas de signes extérieurs. Elle est généralement diagnostiquée dans les élevages par des tests rapides de comptage de cellules somatiques. Le taux de ces cellules est un indicateur de qualité du lait. En Algérie, le lait n'est pas payé à la qualité et donc il n'y a pas de contrôle de son taux cellulaire. Ainsi, l'apparition de mammites subcliniques passe totalement inaperçue et ne

reçoit pas l'attention nécessaire ; elle devient un réservoir important de germes dans le troupeau et une source de dépenses cachées et de pertes financières pour l'éleveur.

Pour contribuer à produire des connaissances utiles aux éleveurs et aux vétérinaires pour la prévention et la prise en charge des mammites dans nos élevages, nous proposons d'explorer les liens entre les pratiques d'élevage et l'apparition de mammites cliniques et sub cliniques, la prévalence des différents germes responsables de mammites et la résistance de certains de ces germes aux antibiotiques.

Objectifs de ce travail :

- ✓ Identifier les pratiques d'élevage responsables des mammites cliniques et subcliniques dans les exploitations étudiées
- ✓ Identifier les principaux germes responsables de ces mammites
- ✓ Rechercher la résistance aux antibiotiques de certains de ces germes.

IV.2. La région d'étude :

Notre étude concerne la wilaya de Tizi Ouzou, située à 100 km de la capitale. Elle s'étend sur une superficie dominée par un relief montagneux ayant un faible potentiel agricole cultivable (32 %). L'hiver est humide et froid et l'été est sec et chaud. Les précipitations atteignent en moyenne 762 mm/an.

La wilaya est limitée au Sud par la wilaya de Bouira, à l'Est par la wilaya de Bejaïa, à l'Ouest par la wilaya de Boumerdes, et au Nord par la mer Méditerranée.

La zone d'étude retenue est la commune de Freha qui dispose d'une surface agricole utile de 6788 ha, soit 7 % de la SAU de la wilaya de Tizi Ouzou (Figure 13).

La région de Tizi Ouzou, particulièrement la localité de Freha était connue pour la production de viande (Djellal et al., 2007). Mais à partir de 2000, avec le programme FNRDA (Fonds National de Régulation et de Développement Agricole), l'élevage Bovin laitier s'est développé pour devenir une activité génératrice de revenus, particulièrement pour les petits agriculteurs (Ghozlane et al., 2010). Concentré dans les exploitations de Freha la production laitière est passée de 82 millions de litres en 2009 à 145 millions de litres en 2014, avec une augmentation de plus de 76 % (DSA., 2014).

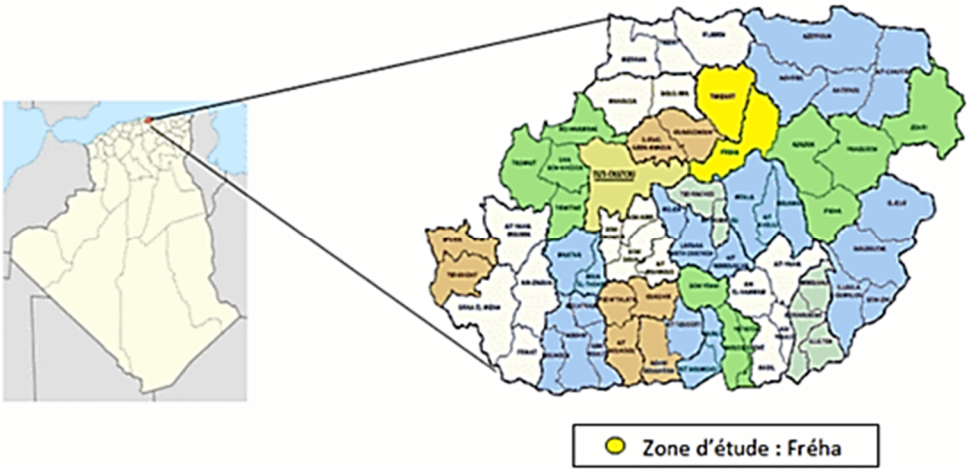


Figure 13. La wilaya de Tizi-Ouzou et ses principales limites administratives (DSA., 2014).

La commune de Freha a été choisie pour la réalisation de notre enquête en raison de la dominance de la pratique d'élevage bovin laitier et la disponibilité de vétérinaires de la région. Un élevage témoin a été enquêté à Oued Aissi. Cet élevage a été choisi à titre de comparaison illustrative et non pas statistique en raison de la grande différence de pratiques d'élevage et de l'état sanitaire des vaches avec celles de notre échantillon.

IV.3. La démarche méthodologique générale :

La démarche méthodologique adoptée pour la réalisation de notre étude comporte les étapes suivantes (figure14).

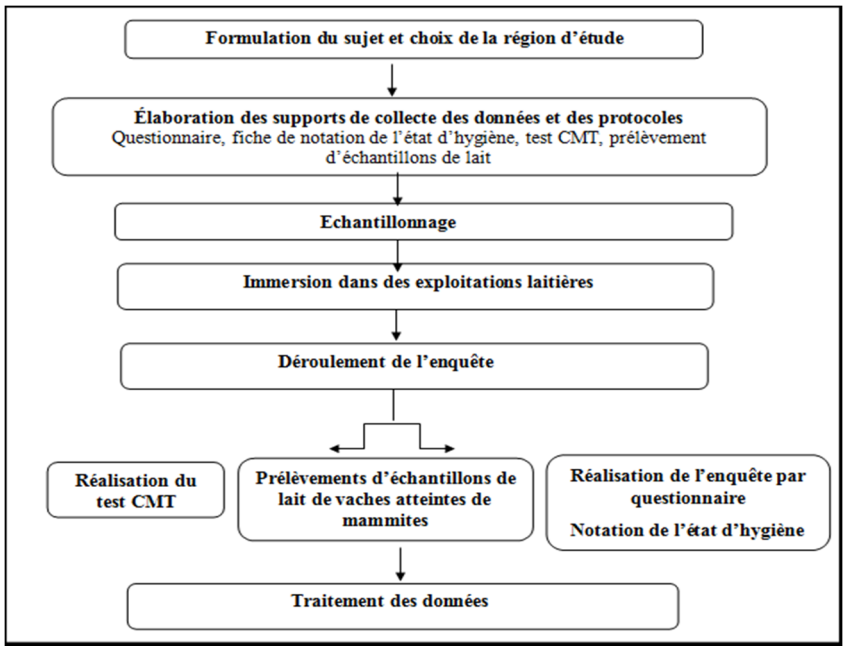


Figure 14. Etapes de la méthodologie de réalisation de l'étude

IV.4. L'échantillonnage

Afin d'optimiser notre travail (en considérant nos objectifs), il était important de cibler des exploitations qui ont régulièrement des mammites. La représentativité absolue des élevages n'était donc pas recherchée. Pour cela, nous avons adopté un échantillonnage raisonné. Nos critères de choix sont :

- Un effectif de vaches laitières égal ou supérieur à 4 (de très faibles effectifs n'auraient pas permis d'avoir un effectif total de vaches important, en plus du souci des déplacements dans la région)

- La présence régulière de mammites dans l'élevage.

- La disponibilité des éleveurs à collaborer (enquête par questionnaire et observation directe, test CMT, prélèvement d'échantillons de lait).

Au total, 30 exploitations sont retenues dans l'échantillon et 01 exploitation est prise comme témoin (avec 100 vaches présentes, 90 vaches lactantes, 1 vache infectée).

IV.5. Le questionnaire d'enquête (annexe n°1) :

Une bonne partie de la collecte de l'information repose sur un questionnaire élaboré à cet effet. Il a pour objectif la collecte du maximum d'informations pouvant avoir un lien, direct ou indirect avec les mammites. En plus des informations générales (localisation, date, etc.), il est composé de six rubriques.

- **Les lieux d'élevage :** conditions dans le bâtiment : l'espace, l'ambiance, le sol, la litière, l'aire d'exercice, le pâturage, l'hygiène, etc.

- **Les vaches laitières :** vaches présentes, vaches lactantes, vaches avec ou supposées avec mammites, vaches traitées pour mammites, achat de vaches, isolement vaches achetées ;

- **La traite** : lieu et type de traite, hygiène du trayeur, hygiène de la mamelle et du chariot trayeur, ordre de traite des vaches malades et achetées, traite incomplète, couchage des vaches

- **La prévention et le traitement des mammites :** le dépistage de mammites subcliniques, le traitement systématique des vaches taries, la récidive, les traitements autres qu'après traite, problèmes du chariot trayeur.

  Vétérinaires, la réforme pour mammites, période de l'année avec le plus de mammites, catégories de vaches les plus touchées, période de la lactation la plus concernée, maladies hors mammites.

- **L'alimentation :** types et quantités d'aliments durant la période d'enquête, alimentation habituelle des autres saisons de l'année (type et quantité moyenne), complémentation minérale et vitaminique.

- **Autres :** documents de suivi sanitaire, formation sur l'hygiène de la traite et du bâtiment.

- **Résultats CMT : v**aches saines, vaches avec mammites subcliniques, vaches avec mammites cliniques.

L'ensemble de ces rubriques correspond à un total de 72 variables, en majorité qualitatives (à réponse fermée, unique), et dans une moindre mesure des variables quantitatives.

IV.6. La fiche de notation de l'état de propreté des vaches (Annexe n°2)

Cette fiche reprend l'échelle de Levesque (2006) ; elle se base sur l'observation de 3 endroits de chaque animal debout : la mamelle, le flanc et les pattes. Les salissures à noter sont des salissures sèches. Lorsqu'un flanc est plus sale que l'autre, nous notons le flanc le plus sale. La notation se fait sur une échelle de 4 :

1 = A absence de salissure	3 = C plaques de salissure laissant voir le poil
2 = B salissure sous forme de trace	4 = D salissure recouvrant le poil

IV.7. Protocole de réalisation du CMT (California Mastitis Test)

Le test CMT ou test de mammite de Californie aussi appelé test au Teepol ou leucocytest est un test rapide, simple et économique qui permet de détecter une infection dans un quartier de la mamelle, réalisable à la ferme et dont le résultat est lisible directement à l'œil nu.

Le réactif est formé d'un détergent et d'un indicateur de pH. Lorsqu'il est mélangé avec le lait, il réagit avec les cellules pour former un gel visqueux. Plus il y a de cellules somatiques dans le lait, plus le mélange sera épais et visqueux et plus. Le changement de couleur indique la variation du pH du lait et donc le degré d'inflammation.

Le matériel nécessaire :

- Le réactif de CMT
- Une palette à quatre écuelles
- Des gants
- Un sceau contenant de l'eau
- Un sceau vide

➢ **Réalisation du test CMT :**

La réalisation du test est simple. Après nettoyage du quartier à diagnostiquer, il faut traire les premiers jets de lait à part, puis suivre les étapes suivantes (Figure 15) :

Figure 15. Etapes de réalisation du test CMT

- **Interprétation des résultats du test CMT :**

Tableau 5. Interprétation des résultats CMT (Larpent, 1997)

Interprétation	Réaction	Nombre de cellules /mL
Formation d'un gel épais = Mammite.	+++	Plus de 5.10^6
Formation d'un floculât épais adhérant en particules visqueuses au fond du cristallisoir = Mammite.	++	8.10^5-5.10^6
Floculât persistant très léger surtout visible par transparence sur fond noir, éclairage latérale.	+	4.10^5-5.10^5
Léger floculât disparaissant après dix secondes.	±	2.10^5-5.10^5
Aucun floculât	0	Moins de 2.10^5

+++ Et ++ : mammite.
+ : généralement mammite subclinique ou mammite non cicatrisée.

L'ensemble des vaches en lactation présentes dans les exploitations enquêtées ont subi le test CMT pour chacun de leur quartier, soit : 363 vaches et 1452 quartiers.

.8. Protocole pour le prélèvement, la conservation et l'acheminement des échantillons de lait

Les prélèvements d'échantillons de lait dans cette étude doivent correspondre à l'objectif que l'on s'est fixé et qui est l'étude des infections cliniques et Subcliniques des vaches en lactation. Pour cela, nous avons procédé au prélèvement d'échantillons de lait de chaque trayon infecté de la mamelle de chaque vache laitière déclarée positive au test CMT. Les prélèvements s'effectuent donc après le test CMT selon la description suivante (Figure 16).

- On prend un flacon stérile facile à manipuler et on lui enlève le capuchon en évitant toute contamination.

- on réalise un prélèvement rapide d'une petite quantité de lait des quartiers infectés, puis on remet le capuchon.

- chaque prélèvement individuel est identifié par le numéro de la vache prélevée et le quartier prélevé avant d'être mis sous froid. Le nombre de vaches prélevées dépend de l'effectif de vaches prélevées et du nombre de cas positifs. Si le troupeau est réduit, chaque vache positive est prélevée, et si le troupeau est plus important, un prélèvement est fait sur deux vaches (soit 8 échantillons) pour chaque groupe de 4 à 5 vaches laitières à CMT positif.

- Les échantillons de lait prélevés sont immédiatement conservés puis transportés à 4 °C jusqu'au Laboratoire Vétérinaire Régional centre (LVR) de l'Institut National de Médecine Vétérinaire (INMV) à Draa Ben Khedda pour subir les analyses bactériologiques.

Figure 16. Réalisation des prélèvements d'échantillons de lait pour analyses bactériologiques

Au total, 66 vaches laitières sont prélevées, avec 145 échantillons de lait, correspondant à 50% des quartiers infectés.

IV.9. Analyses bactériologiques des échantillons de lait de vaches à mammites

L'analyse bactériologique des échantillons de lait est réalisée par une vétérinaire, qui nous a accompagnées tout au long de notre enquête, au laboratoire de l'Institut National de Médecine Vétérinaire de Drâa Ben Kheda, Tizi Ouzou, selon les méthodes de référence appliquées au niveau de ce laboratoire. Au total,

➢ **Recherche et isolation de germes pathogènes**

Les germes recherchés dans les échantillons de lait sont :

- Staphylococcus epidermidis ou le staphylocoque blanc
- Staphylococcus aureus, autrement appelé Staphylocoque à coagulase positive,
- Escherichia coli
- Entérococcus
- Pseudomonas

- Levures et moisissures

➢ **Etude de la résistance aux antibiotiques des germes isolés dans le lait**

Les souches bactériennes isolées dans les échantillons de lait ont subi des analyses d'évaluation de leur résistance aux antibiotiques. En fonction de leur type, elles ont été soumises à un examen par rapport à un nombre d'antibiotiques variant de 5 à 11 par souche.

IV.10. Déroulement de l'étude de terrain

L'étude de terrain (enquête des exploitations) a duré trois mois : mi-mai à mi-aout 2022. L'avancée des enquêtes était conditionnée par celle des analyses bactériologiques. En effet, des lots d'échantillons sont constitués avec les prélèvements faits dans un certain nombre d'exploitations et doivent subir le cycle des analyses bactériologiques au fur et à mesure. Le test CMT et le prélèvement d'échantillons de lait ont pu être réalisés grâce à une vétérinaire.

L'enquête de terrain a aussi été retardée par la difficulté à trouver des éleveurs qui acceptent nos exigences : répondre à nos questions, nous permettre l'examen de l'étable et des vaches (observation), ainsi que la manipulation des vaches pour le test CMT et le prélèvement d'échantillons de lait. Les enquêtes ont toutes été réalisées avec les éleveurs eux-mêmes, lors de notre passage dans leur exploitation.

Les questionnaires sont vérifiés au fur et à mesure de leur remplissage, pour relever les incohérences et les manques pour les corriger avec les éleveurs.

IV.11. Gestion des données collectées :

Ce travail a été effectué en plusieurs étapes.

✓ Préparation des données : avec conception de la base de données (saisie des variables et modalités) et examen définitif des informations recueillies

✓ Saisie des données validées

✓ Réalisation de traitements statistiques de type descriptif à l'aide du logiciel Sphinx.

Chapitre V

Résultats et discussion

Nous rappelons que pour répondre à notre objectif de l'étude nous avons retenu **72 variables et 30 éleveurs** qui répondent aux critères d'échantillonnage. Signalons que sur l'ensemble de nos variables et élevages enquêtés, nous n'avons enregistré aucune « non réponse ». Dans cette partie, nous présentons nos résultats en plusieurs parties : les caractéristiques générales des élevages, les conditions et hygiène dans les bâtiments d'élevage, les pratiques liées à la traite, l'hygiène des vaches laitières et enfin les mammites dans les élevages.

V .1. Caractéristiques générales des élevages

V.1.1. Répartition des exploitations selon les effectifs de vaches laitières présentes et en lactation

Les élevages étudiés sont de type familial, avec une moyenne de 11 vaches laitières présentes dans les étables. La figure 17 montre que la majorité des éleveurs, soit 73%, sont de petits éleveurs, avec 4 à 11 vaches laitières ; 13% ont entre 12 et 19 vaches laitières et moins de 15% des éleveurs ont plus de 20 vaches laitières.

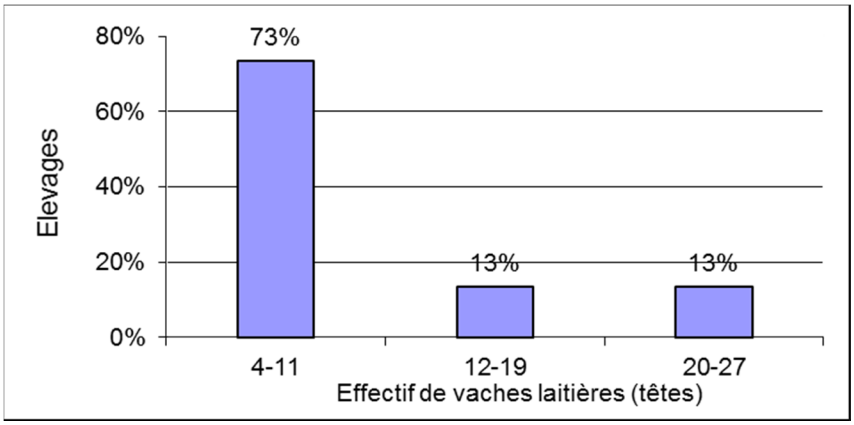


Figure 17. Répartition des élevages selon l'effectif de vaches laitières présentes dans l'exploitation

L'enquête a été menée au printemps – été, saison de lactation et donc la majorité des vaches étaient en lactation. Nos résultats (Figure 18) montrent que le taux des vaches lactantes par vaches présentes varie de 58% à 100%. Ainsi, 40% des élevages ont la totalité de leurs vaches en production et 73% ont plus de 80% des vaches en production ; 1es 27 % des éleveurs restant ont de 58 à 78% de leurs vaches présentes en lactation.

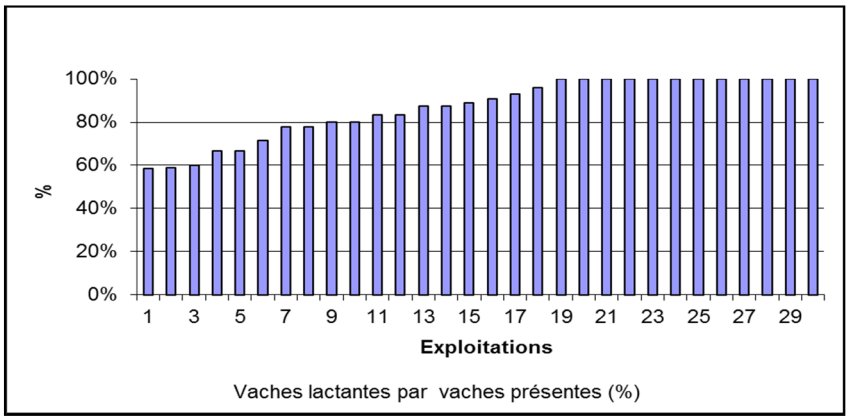


Figure 18. Répartition des exploitations pour Vaches lactantes par vaches présentes (%)

V.1.2. Répartition des exploitations selon les lieux d'élevage et le type de traite

Les résultats des figures 19 à 24 montrent que les élevages enquêtés se ressemblent beaucoup pour de nombreuses caractéristiques : 96,7%, ont une stabulation entravée, 90% ont une aire d'exercice près des bâtiments d'élevages où ils sortent le cheptel et 86,7% pratiquent régulièrement le pâturage. Aussi, 100% des éleveurs pratiquent la traite sur le lieu de vie et cela de manière mécanisée dans 96,7% des cas. Donc, même ceux qui ont entre 4 et 11 vaches laitières ont un chariot trayeur. Les élevages se différencient par la litière. 43,3% des élevages n'ont pas de litière, et 43,3% utilisent de la paille ; le reste, 13,3% d'éleveurs, utilisent de la sciure de bois.

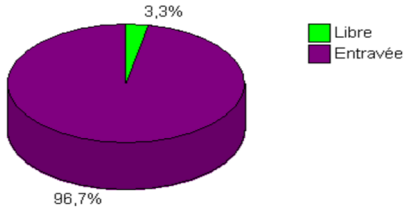


Figure 19. Type de stabulation

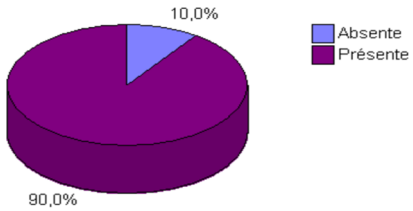


Figure 20. Présence d'une aire d'exercice

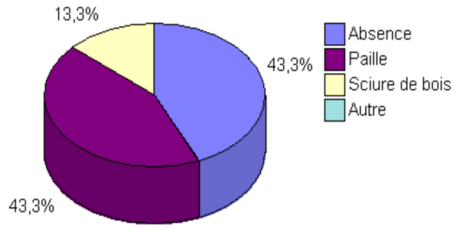


Figure 21. Litière dans le bâtiment

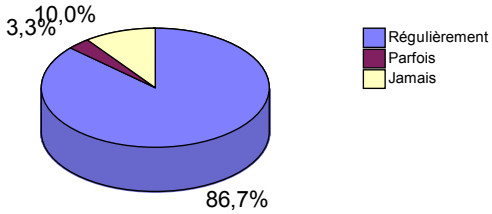


Figure 22. Pratique du paturâge

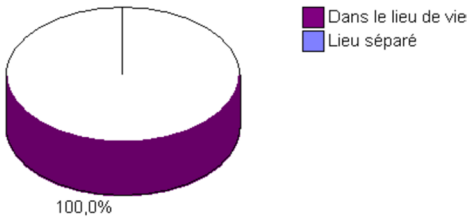


Figure 23. Lieu de traite

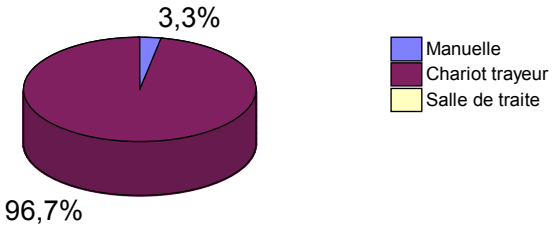


Figure 24. Type de traite

V.1.3. Répartition des exploitations selon les pratiques de prévention liées à la gestion du cheptel

L'achat de vaches est une pratique risquée sur le plan sanitaire. Dans notre échantillon, près de la moitié des éleveurs achètent de temps en temps (43,3%), et 53,3% ne le font jamais (Figure 25). La majorité de ceux qui achètent, 78,6%, ne prennent pas de précautions avec les vaches achetées et les introduisent directement dans leur troupeau (Figure 26). Aussi, 83,3% des éleveurs n'isolent pas leurs propres vaches mammiteuses des autres vaches (Figure 27).

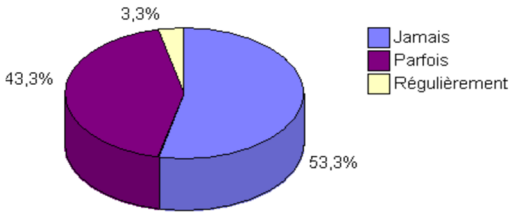


Figure 25. Achat de vaches de l'extérieure

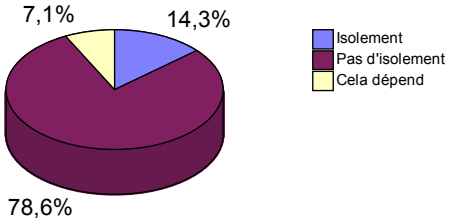


Figure 26. Isolement des vaches achetées

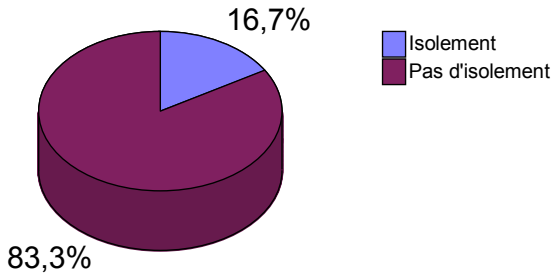


Figure 27. Isolement des vaches malades

Le dépistage des mammites subcliniques n'est pas fait dans 83,3% des élevages (Figure28) et il n'y a pas de traitement systématique des vaches taries chez la même proportion d'élevages (Figure 29). Pour ce qui est de la réforme de vaches à cause de mammites (mammites cliniques puisque les mammites subcliniques ne sont pas visibles), 60% des exploitations n'ont pas fait de réforme (Figure 30).

Parmi les éleveurs enquêtés, la presque totalité, soit 96 ,7%, ne possède pas le moindre document de suivi sanitaire du cheptel (Figure 31) et donc ne peut faire de diagnostic précis ou faire la moindre estimation des pertes causées par les mammites.

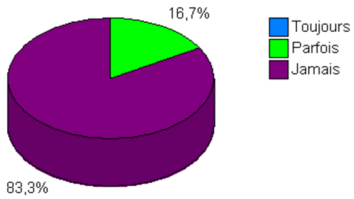


Figure 28. Dépistage de mammites subcliniques

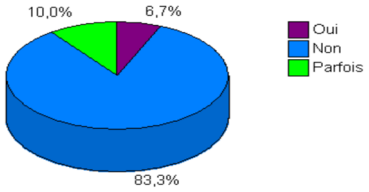
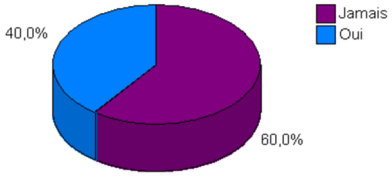


Figure 29.Traitement des vaches taries



Figures 30. Cas de réforme pour mammites

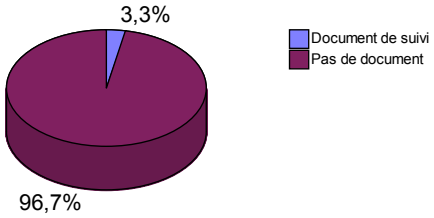


Figure 31. Documents de suivi sanitaire

V.1.4. Répartition des exploitations selon les compétences de l'éleveur en hygiène du bâtiment et de la traite

La figure 32 montre que la presque totalité des éleveurs, soit 97%, n'ont pas fait de formations sur l'hygiène du bâtiment et de la traite et sa relation avec les mammites ; cela explique surement en bonne partie certains des taux élevés de pratiques à risque.

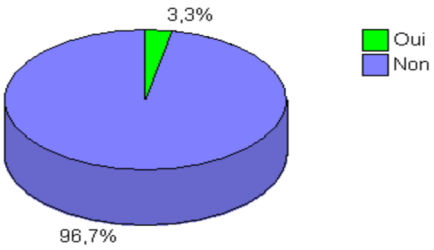


Figure 32. Formation sur l'hygiène de la traite et du bâtiment

V .2. Conditions et hygiène dans les bâtiments d'élevage

V.2.1. Répartition des exploitations selon les conditions d'ambiance dans les bâtiments d'élevage

Comme pour certaines caractéristiques générales, les figures 33 à 37 montrent que les élevages enquêtés se ressemblent aussi pour les conditions d'ambiance dans les bâtiments d'élevage. Ainsi, 83.3% des bâtiments sont de taille moyenne par rapport à la taille du cheptel, et 96,7% ont une aération suffisante et ne présentent pas de courant d'air. On a relevé aussi que le sol est à 96,7% en béton ; avec une pente légère dans 93,3% des exploitations.

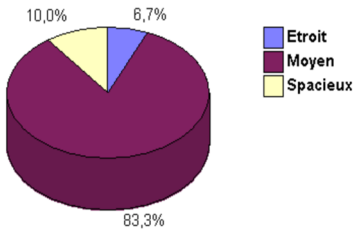


Figure 33. Présentation du bâtiment

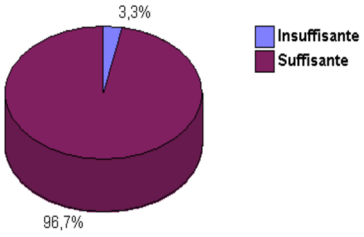


Figure 34. Aération du bâtiment

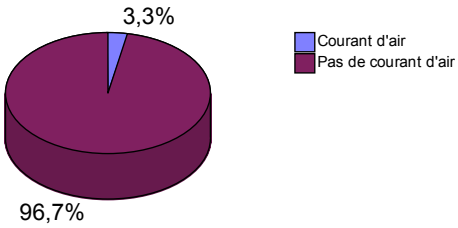


Figure 35. Courant d'air dans le bâtiment

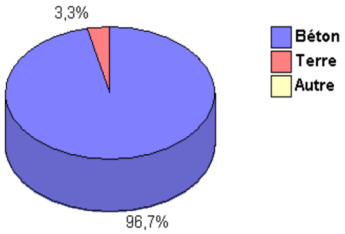


Figure 36.Type du sol

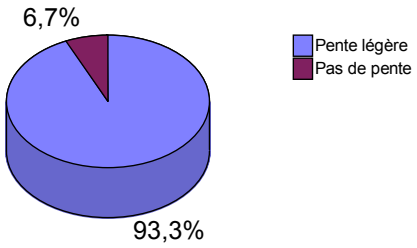


Figure 37. Sol du bâtiment avec pente légère

V.2.2. Répartition des exploitations selon l'hygiène de la litière

Les figures 38 à 39 montrent qu'environ la moitié des exploitations enquêtées, soit 53%, renouvellent la litière de leurs bâtiments d'élevage une fois par jour, alors que le reste le réalisent deux fois par jour ; le moment de renouvellement de cette litière se fait après la traite dans 64,7% des exploitations, avant et après la traite chez 29,4% et le reste des exploitations le pratiquent avant la traite.

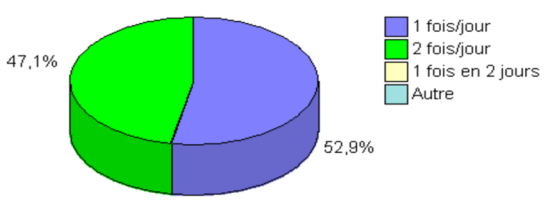


Figure 38. Fréquence de renouvellement de la litière

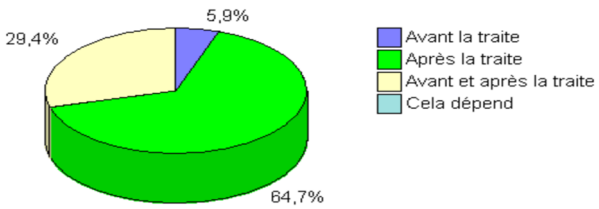


Figure 39. Moment de renouvellement de la litière

V .3. Pratiques liées à la traite

V .3. 1. Répartition des exploitations selon l'hygiène du trayeur

Les résultats des figures 40 et 41 montrent que 90% des trayeurs n'ont pas une tenue réservée à la traite pour respecter l'hygiène de cette activité. Cependant, le lavage des mains se pratique avant et après la traite dans l'ensemble des élevages (100% de oui).

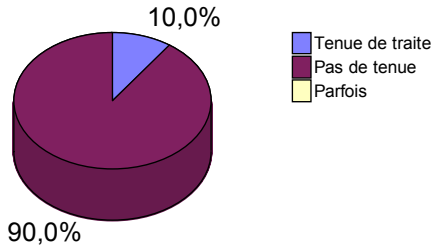


Figure 40.Tenue de traite

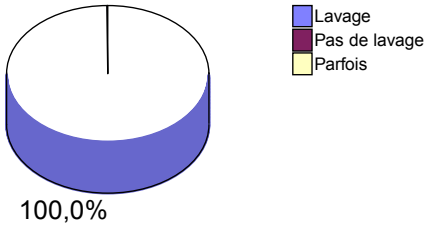


Figure 41.lavage des mains avant et pendant la traite

V .3. 2. Répartition des exploitations selon l'hygiène de la mamelle

D'après nos résultats, la majorité des éleveurs (80%) utilisent des lavettes collectives pour le nettoyage des mamelles avant la traite, 3,3% utilisent des lavettes individuelles, tandis que le reste soit 16,7% les nettoient autrement (Figure 42). Pour l'essuyage de la mamelle, environ la moitié des éleveurs, soit 53,3%, ont recours aux lavettes collectives, 6,7% utilisent une lavette individuelle pour chaque vache (Figure 43) et 40% des éleveurs ne font pas l'essuyage de la mamelle. Dans toutes les exploitations enquêtées, nous n'avons relevé aucune désinfection des trayons après la traite (0%) (Figure 44).

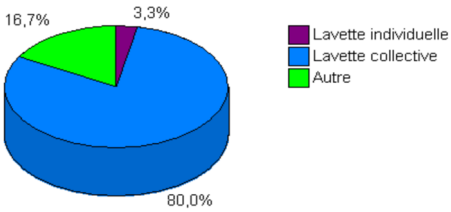


Figure 42. Nettoyage de la mamelle avant traite

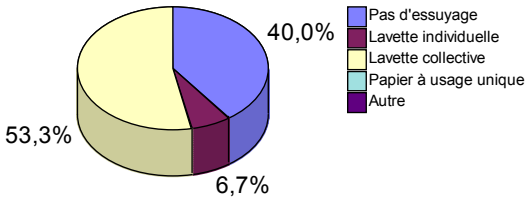


Figure 43. Essuyage de la mamelle

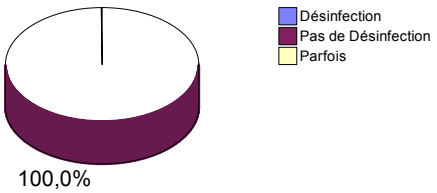


Figure 44. Désinfection des trayons après la traite

V .3. 3. Répartition des exploitations selon d'autres pratiques de prévention des mammites liées à la traite

Les résultats des figures 45 à 47 montrent que dans 86% des exploitations, les éleveurs nettoient leur charriot après la traite des vaches ; le reste, représenté par 13,8% le nettoient avant et après la traite. Les premiers jets de lait ne sont pas éliminés dans la majorité des exploitations (76,7%), tandis que pour le reste, soit 13,3%, les jets de lait se font sur le sol. Seuls 10% des éleveurs les récupèrent dans un récipient, comme recommandé.

Concernant la position des vaches après la traite, très importante pour la santé de la mamelle, 93,3% des cas évitent le couchage et 6,7% n'y font pas attention.

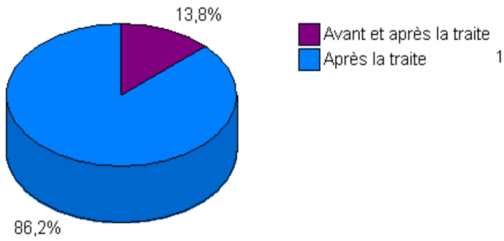


Figure 45. Nettoyage du chariot trayeur

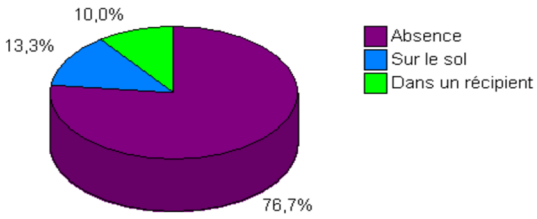


Figure 46. Elimination des 1ers jets de lait

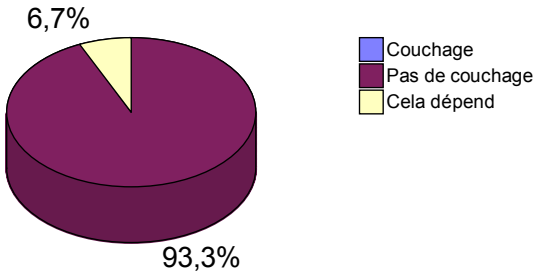


Figure 47. Couchage des vaches après la traite

Pour ce qui est de l'ordre de traite des vaches, nos résultats (Figures 48 et 49) montrent que 80% des éleveurs traient les vaches malades après les vaches saines, et 6,7% le font en même temps. Le reste, soit 13,3%, n'ont pas de conduite stricte : parfois après les vaches saines et d'autres fois avec elles.

Concernant les vaches achetées (donc introduites de l'extérieure), elles sont traites avec les autres vaches dans 86% des exploitations, et traites séparément dans les autres 14% d'élevages.

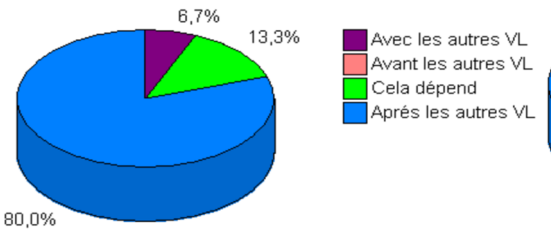


Figure 48. Traite des vaches malades

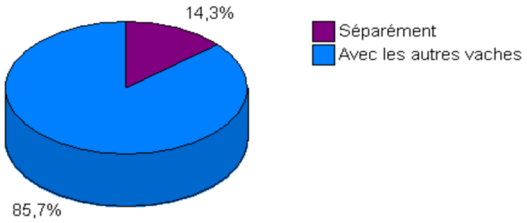


Figure 49. Traite des vaches achetées

V.4. Hygiène des vaches laitières

L'état de propreté es vaches laitières a été apprécié en appliquant la grille de notation de Lévesque (2006).

La figure 50 montre que le taux de vaches propres par apport à l'effectif totale des vaches laitiéres présentes, varie de 13 à 40%. Ainsi, 40% des élevages ont la majorité de leurs vaches (75 à 100%) propres et 13% ont de 50 à 74 % de vaches prpores. 33% des élevages ont 0 à 24% de leurs vaches propres et 13% ont de 25 à 49% de leurs vaches propres.

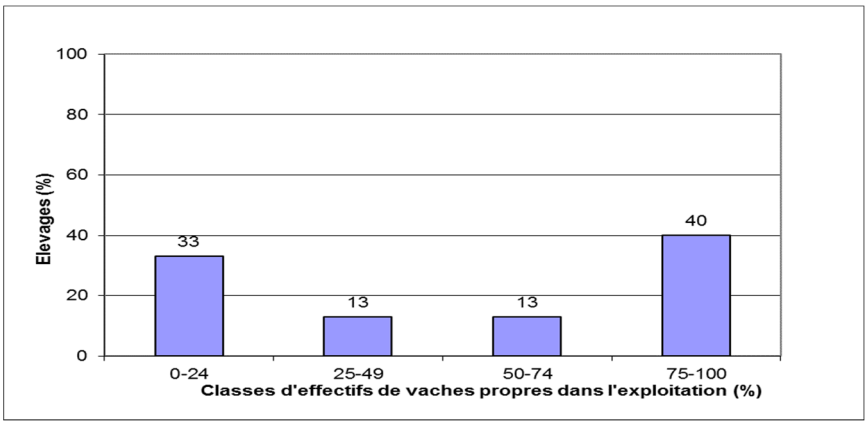


Figure 50. Proportion des vaches propres dans les exploitations

Nos résultats montrent que 73% des élevages (40% + 33%) ont de 0 à 49% de vaches peu sales, et 26% (13% + 13%) ont de 50 à 100% de vaches peu sales (figure 51). Ainsi, la majorité des éleveurs a cette catégorie de vaches peu à moyennement représentée.

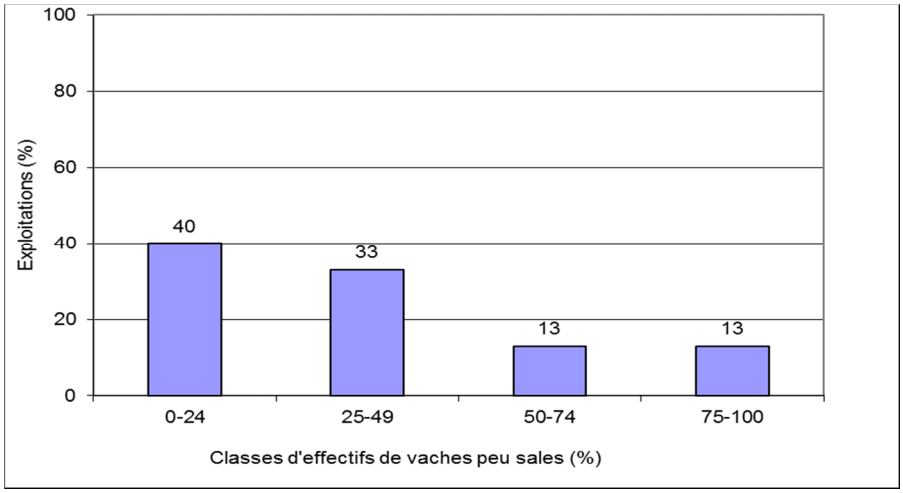


Figure 51. Proportion des vaches peu sales dans les exploitations

La figure 52 montre qu'il n'y aucune exploitation (0%) avec beaucoup de vaches sales (75% à 100%). La majorité des élevages, soit 83%, ont de 0 à 24% de vaches sales, donc moins du quart de l'effectif, et 17% des exploitations (10% + 7%), ont de 25 à 74% de vaches sales.

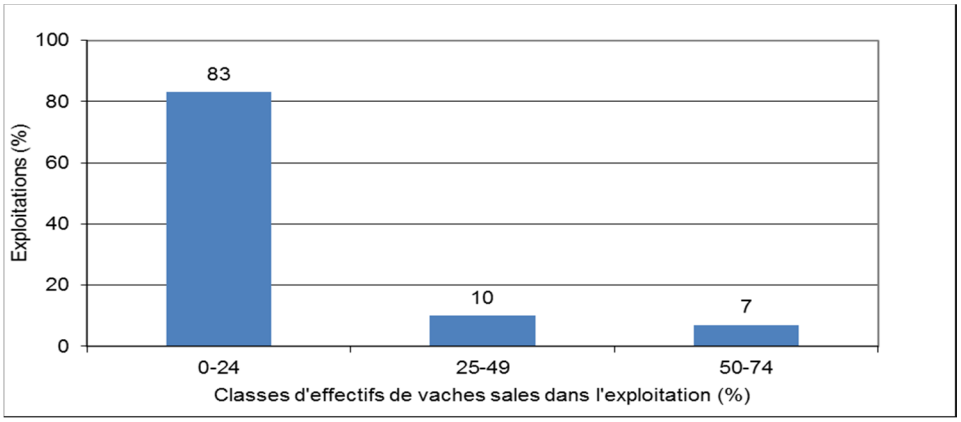


Figure 52. Proportion des vaches sales dans les exploitations

Pour ce qui est des vaches sales, la figure 53 montre que la presque totalité des élevages soit 97% , n'ont pas la catégorie vaches très sales (0%) ; seuls 3% ont en et cette catégorie représente 33% du cheptel.

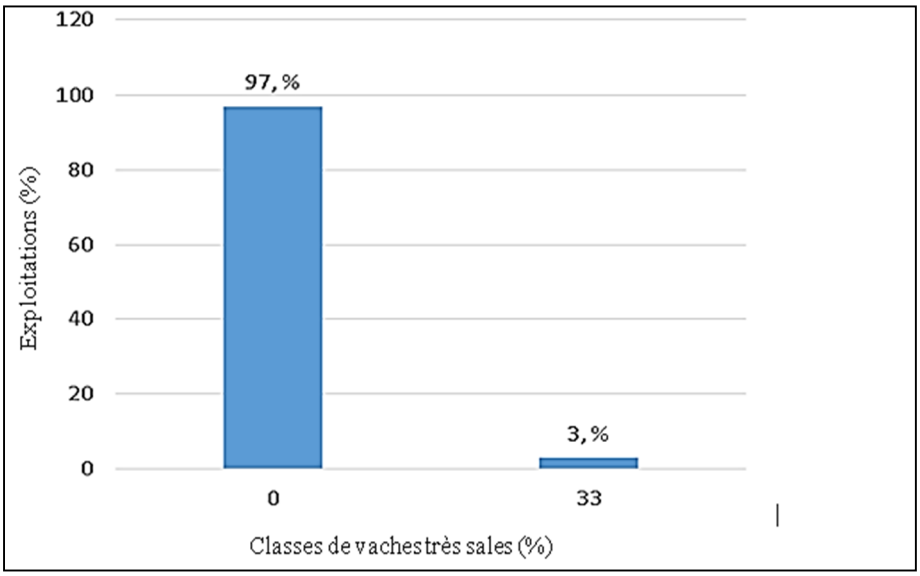


Figure 53. Proportion des vaches très sales dans les exploitations

Une superposition des résultats des quatre variables de propreté des vaches (figure 54) montre que la majorité des exploitations, soit 77%, ont une à deux catégories de propreté parmi : vaches propres et vaches peu sales ; 23% ont trois catégories de propreté parmi les quatre (propres, peu sales, sales, très sales) mais un seul cas parmi les 30 compte la catégorie très sales.

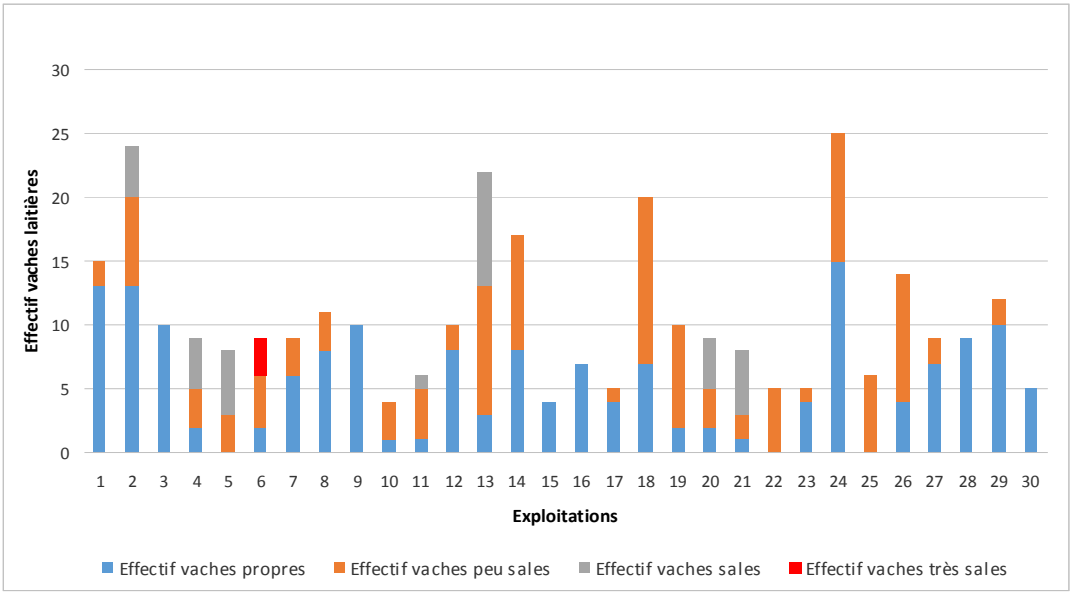


Figure 54. Effectifs des différentes catégories de propreté des vaches

V.5. Les mammites dans les élevages

V .5.1. Statut sanitaire des vaches selon les résultats du test CMT

Nos résultats (Figure 55) montrent que seule une exploitation est indemne de mammites ; ce qui correspond à un taux d'infection de 97% ; 34% des exploitations ont un seul type de mammites et plus de la moitié (65%) présente les deux types de mammites, cliniques et subcliniques. Pour le cas d'absence d'infections, nous signalons qu'il y a eu vente de vaches.

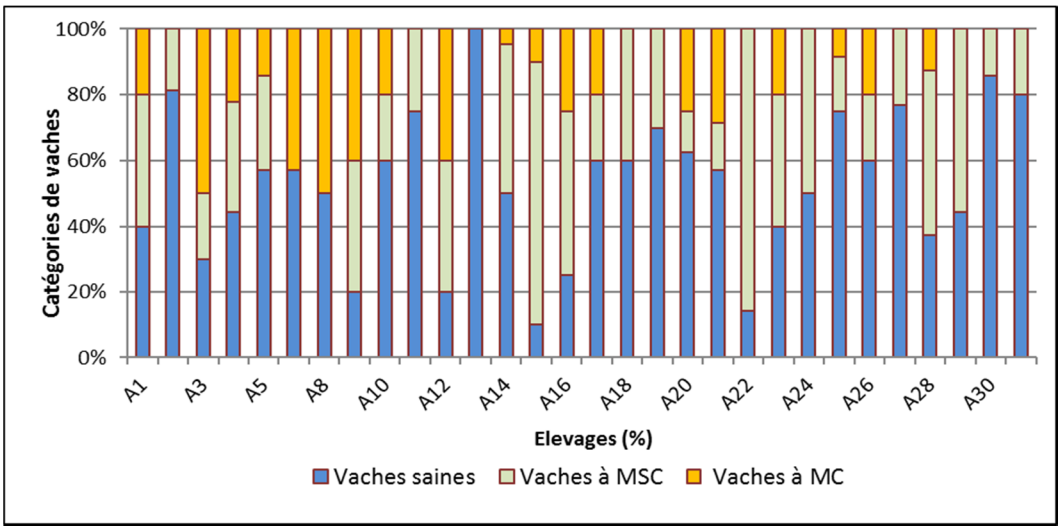


Figure 55.Proportion des différents statuts sanitaires de vaches (saines, avec mammites cliniques et mammites sub cliniques)

Comme nous l'avons vu dans la partie bibliographie, une mammite correspond à l'infection d'un quartier de la mamelle. Donc, le nombre de mammites dans un cheptel de N vaches peut s'élever à 4 x N.

Le nombre d'infections par vache lactante (les vaches taries n'étant pas diagnostiquées) dans les élevages enquêtés (figure 56) varie de 0% à 250%, avec une moyenne de 111%. Autrement dit, le nombre de mammites varie de 0 à 2,5 fois le nombre de vaches lactantes. Cela s'explique par le fait que de nombreuses vaches ont plus d'un quartier de leur mamelle atteints, parfois les quatre. La moitié des élevages, soit 53%, a un nombre d'infections égal ou supérieur à 100% de son effectif de vaches lactantes.

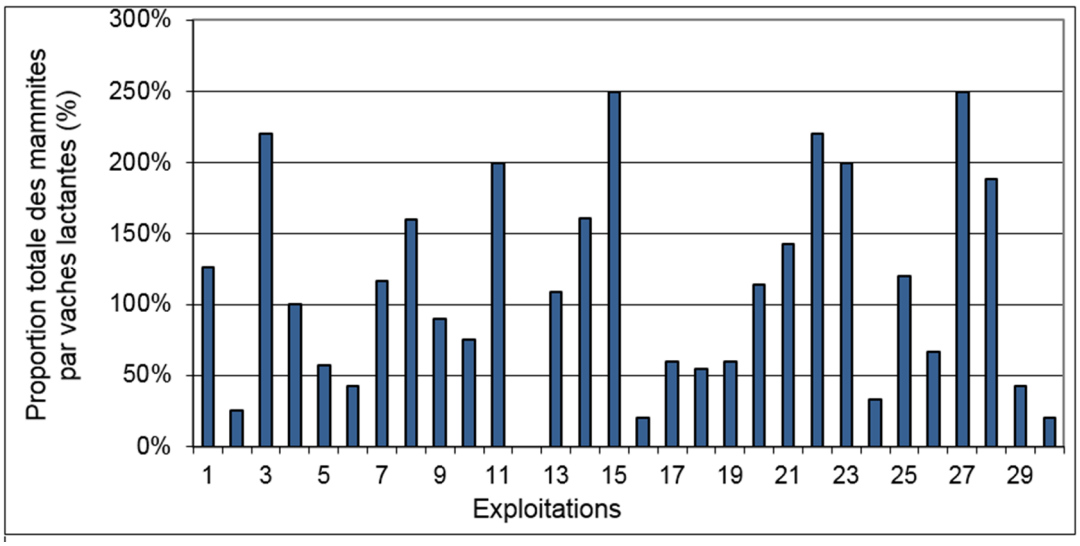


Figure 56. Nombre total de mammites rapporté aux vaches lactantes

V.5. 2. Principaux germes responsables des mammites isolés

Nos résultats (Figure 57) montrent que les principaux germes isolés dans les élevages étudiés sont *Staphylococcus aureus* et *E.choli*, avec respectivement 24% et 23% du total des germes isolés (soit près de la moitié, 47%). Ils sont suivis par les Staphylocoques blancs, Entérococcus, les levures et moisissures et enfin Pseudomonas, avec respectivement : 20%,13%,13% et 7%.

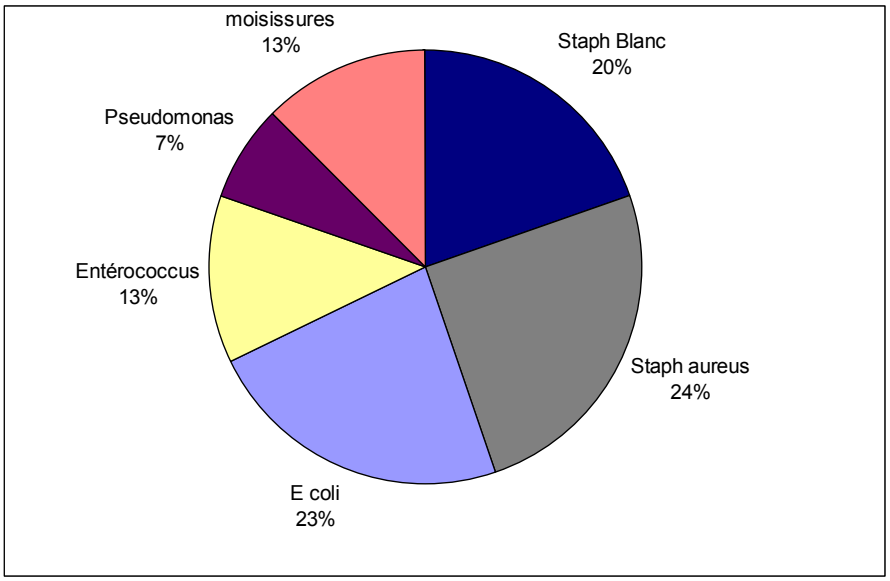


Figure 57. Les principaux germes isolés dans les élevages étudiés

V.5. 3. Résistance aux antibiotiques des germes responsables des mammites

Selon nos résultats (Figure 58), 5 éleveurs sur 30, soit 17% seulement, n'ont pas de souches résistantes aux antibiotiques ; les autres, 25 éleveurs sur 30, soit 83%, présentent au moins une souche bactérienne résistante. Ce qui est très inquiétant puisque cela pose le problème de la difficulté à traiter les vaches atteintes par ces germes résistants. Aussi, se pose le risque de passage de cette résistance de ces souches vers d'autres germes des vaches et autres animaux et aussi de l'homme.

Le nombre de souches résistantes isolées varie de 1 à 9 par élevage.

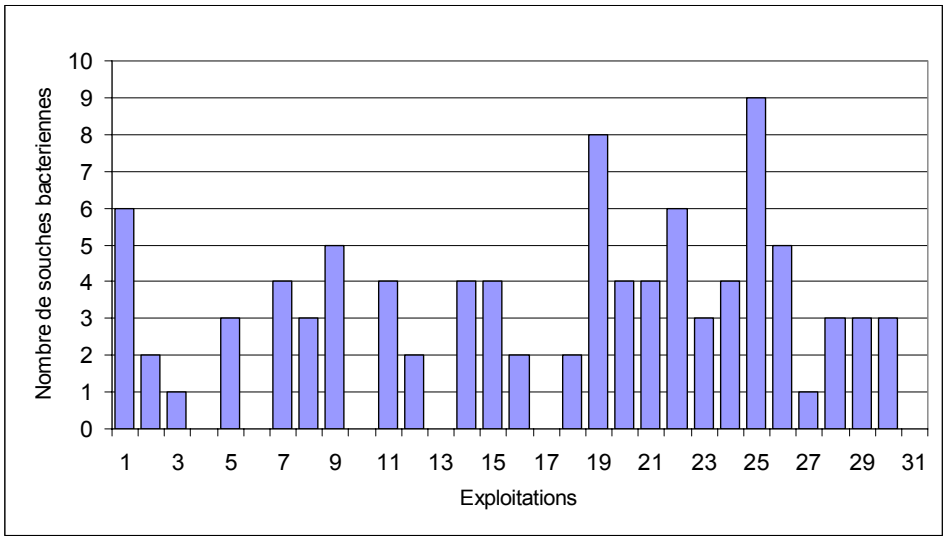


Figure 58. Nombre de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques isolées dans les élevages

Les résultats de la figure 59 montrent que, parmi les souches bactériennes résistantes aux antibiotiques, *E coli* et *Staphylococcus aureus* représentent à eux seuls 63% du total (33% pour *E coli* et 30% pour *Staphylococcus aureus*). Viennent ensuite le staphylocoque blanc, avec 19% du total et Entérococcus avec 13% du total. Pseudomonas présente le plus faible nombre de souches résistantes aux antibiotiques, avec 5% seulement.

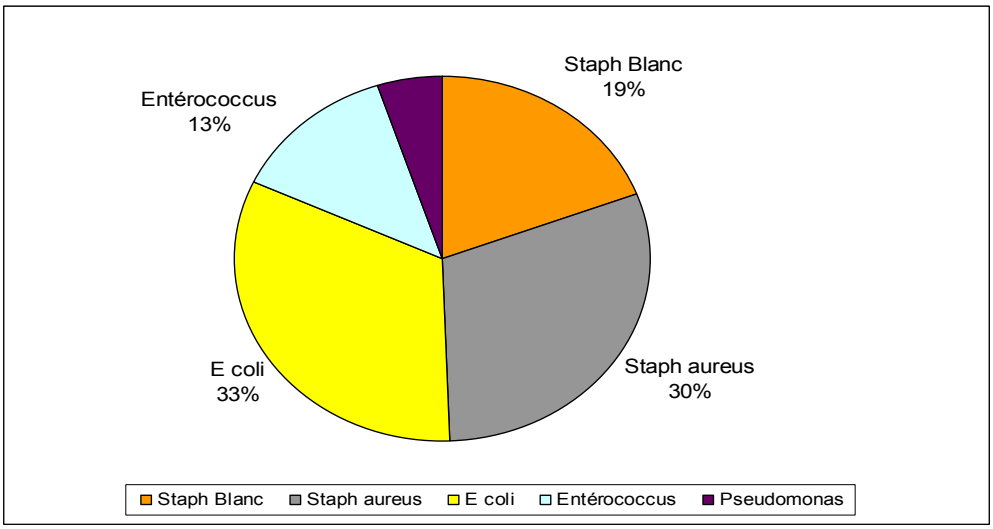


Figure 59. Fréquence des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques isolées dans les élevages

Discussion :

Nos résultats pour les différentes pratiques sont interprétés en fonction de leurs liens, favorables ou défavorables, avec les mammites dans les élevages.

- **Les effectifs de vaches laitières présentes et en lactation**

Les élevages enquêtés dans leur majorité ont moins de 12 vaches laitières, ce qui confirme leur caractère familial. Ces résultats rejoignent le constat de l'ONIL (2022) qui relève que 84% des élevages ont moins de 12 vaches laitières. 27% des exploitations ont moins de 80% de leurs vaches en lactation alors que la période est encore celle des lactations (Mai à Juillet).

- **Les pratiques de conduite générale du cheptel**

La stabulation entravée est presque totale, et ce résultat rejoint celui de Kaouche et al. (2012) pour la willaya de Médéa et qui est de 93%.

Les exploitations enquêtées utilisent soit de la paille soit ne mettent pas de litière ; cela s'explique par les couts élevés des produits et le temps de travail nécessaire au renouvellement, surtout que cela se fait une à deux fois par jour chez les élevages enquêtés.

La traite se fait dans l'étable pour toutes les exploitations, ce qui constitue un important risque pour la transmission des germes responsables des mammites.

L'existence d'une aire d'exercice dans la majorité des exploitations est important car cela permet de maintenir les vaches en station debout après la traite et réduit les risques d'infection après la traite (où le canal du trayon prend 2 heures avant fermeture totale).

Le pâturage est très pratiqué (96,7%), car nous somme en région montagneuse, où il existe des parcours que les éleveurs utilisent pour compléter l'alimentation de leur cheptel. Cette pratique permet de réduire la pression sur l'état d'hygiène des bâtiments d'élevage.

Parmi les principales mesures de prévention des mammites dans les élevages, l'isolement de vaches achetées et des sujets infectés ; or cela ne se fait pas dans la majorité des exploitations enquêtées avec respectivement 86% et 83% de non. Cela présente un très grand risque d'infection.

Malgré l'importance du traitement systématique des mammites au tarissement des vaches pour la guérison et la prévention des mammites, seulement 16,7% de nos éleveurs le réalisent ; nos résultats sont inférieures à ceux rapportés par M'sadak (2014) et qui sont de 43%.

Le dépistage des mammites subcliniques, une des mesures les plus fortes dans la lutte contre les mammites, n'est pas respectée dans la majorité des exploitations enquêtées (83,3%). Ce résultat va dans le sens de l'inexistence du contrôle laitier officiel en Algérie (ONIL, 2022).

La presque totalité des éleveurs ne dispose pas de documents de suivi sanitaire de leurs animaux, ce qui se répercute sur la santé des vaches comme nous le constatons dans les résultats de la prévalence des mammites dans les élevages.

Presque la totalité des éleveurs (96,7%) n'a pas suivi de formations dans le domaine de l'hygiène de la traite et du bâtiment. Cela reste une très grande insuffisance, dont les conséquences négatives sont confirmées par le fort taux d'infection dans les élevages.

- **Les conditions d'ambiance dans les bâtiments d'élevage et l'hygiène de la litière**

Pour cet aspect, la majorité des bâtiments visités semble répondre aux besoins en conditions d'ambiance qui ont un lien direct avec la prévalence des mammites. Les dimensions sont

correctes par rapport à la taille du cheptel, l'aération est suffisante, et absence de courants d'air (qui assèchent la peau des trayons et contribuent à les rendre vulnérables). Les sols sont en béton, avec une pente légère (facilité de nettoyage). Près de la moitié des éleveurs ont une litière et la renouvellent au moins une fois par jour, généralement après la traite.

Mais la forte présence de germes liés à l'environnement suscite des questions sur la réelle maitrise de ces conditions d'ambiance. Un travail plus poussé sur cet aspect est nécessaire pour clarifier les liens.

- **L'hygiène de la traite**

Dans cette partie, la majorité des résultats vont dans le sens de l'augmentation des risques de mammites. La presque totalité des éleveurs (90%) n'ont pas de tenue spécifique à la traite. Ce résultat est très proche de celui trouvé par Hamlaoui et al. (2019), soit 100% sans tenue particulière pour la traite, avec donc un risque de véhiculer différents types de germes puisque la même tenue serait utilisée pour nettoyer la litière, traiter les vaches malades, et traire les vaches.

Pour ce qui est du lavage des mains, nos résultats rejoignent eux de Hamlaoui et al. (2019) qui relèvent que la totalité des trayeurs des exploitations enquêtées se lavent les mains avant et pendant la traite. Toutefois, c'est surtout la nature du produit utilisé qui donne de la valeur à cette pratique.

Dans la majorité des cas (80%), les trayeurs font un lavage de la mamelle avec une lavette collective, résultats proches de ceux de Hamiroun et al. (2016) et qui sont de 83%. Ce mode de préparation de la mamelle permet la transmission de germes pathogènes d'un quartier infecté à un autre sain et donc l'apparition ultérieure de la mammite (Noireterre, 2006).

Malgré l'importance de l'essuyage des trayons après le lavage pour minimiser les risques d'infections mammaires (Wattiaux, 2004), 93% des éleveurs ne le font pas ou utilisent une lavette collective pour l'essuyage.

La désinfection des trayons après la traite est totalement absente dans l'ensemble des élevages. Pourtant, elle permet de réduire de 50 à 95% la fréquence des nouvelles infections intra mammaires, dues au staphylococcus (Bareille et Lemarchand, 2004).

Le matériel de traite est une source de germes d'environnement ; il facilite la transmission d'agents pathogenes entre les vaches et entre les quartiers d'une même vache (Bouchard, 2003). Nos résultats révèlent que les éleveurs nettoient ce matériel mais seulement après la traite dans 86,2% des cas.

La non élimination des premiers jets de lait (réservoirs de germes) ou leur rejet sur le sol est parmi les pratiques qui favorisent l'apparition et la transmission de mammites dans un élevage (Trolard, 2001). La majorité des éleveurs enquêtés (76,7%) n'élimine pas les premiers jets de lait, et les 13,3% qui le font jettent le lait sur le sol sous les vaches.

Pour ce qui est da la position des vaches après la traite, très importante dans la prévention des mammites en raison de l'ouverture du canal du trayon, la majorité des éleveurs (96,3%) respecte cette pratique.

L'ordre de traite des vaches est évidemment important pour la prévention des mammites : les vaches malades devant être traites en dernier. 80% des éleveurs respectent cette pratique mais ils n'accordent pas d'importance à l'ordre de traite des vaches achetées (85,7%), pourtant susceptibles d'être malades.

- **La notation de l'état de propreté (Echelle Lévesque, 2006)**

La propreté des vaches est un signe d'appréciation de l'hygiène générale et constitue une synthèse des souillures apportées par le milieu et des facteurs pathogènes qui leur sont liés (Faye et al., 1985). Dans la majorité des exploitations enquêtées, les troupeaux sont dans un état de propreté acceptable puisque les conditions d'environnement et les pratiques qui leur sont liées sont correctes dans l'ensemble (sol en pente, renouvellement de la litière pour ceux qui en ont, sortie des animaux dans l'aire d'exercice et au pâturage, etc.).

- **Le statut sanitaire des vaches (résultats du test CMT)**

Sur les 363 vaches dépistées au CMT dans les 30 exploitations, 53% et plus sont positives. Ces résultats sont supérieurs à ceux de Belkher et al. (2016), qui sont de 47%.

Les 97% des exploitations présentant des infections s'expliquent par le fait qu'un de nos critères de choix des élevages est la présence régulière de mammites. Concernant le taux élevé de mammites subcliniques de 93%, il pourrait résulter du fait que les éleveurs ne connaissent pas cette forme de la maladie, dite invisible, et donc ne prennent pas les mesures préventives

ou curatives nécessaires et nos résultats concernant ces volets le confirment très largement. (Absence de traitement systématique au tarissement, absence de dépistage).

D'autre part, le taux d'infection est très élevé dans certaines exploitations, pouvant atteindre 250%, soit une moyenne de 2,5 quartiers atteints par vache lactante. Le fait que plus de 50 % des exploitations (55%) ont entre 1 à 2,5 quartiers atteints de mammites par vache lactante est source de grandes pertes pour les élevages, dont beaucoup restent inexpliquées pour les éleveurs. Cela résulte des pratiques à risque qui favorisent l'apparition et le maintien des mammites et qui sont très nombreuses, plus particulièrement celles liées à l'hygiène de la traite et aux mesures préventives générales telles que l'isolation des vaches achetées et leur ordre de traite, la traite dans l'étable avant le renouvellement de la litière.

- **Principaux germes responsables des mammites isolés dans les exploitations**

Comme nous l'avons vu dans les précédents résultats, l'hygiène de la traite et les mesures générales de prévention sont les plus éloignées des recommandations et constituent donc de véritables risques d'infection.

Staphylococcus aureus et *E. coli* représentent à eux seuls presque la moitié des germes isolés et cela concorde avec ce qui est rapporté par Remy et al. (2010), qui relèvent que parmi les cinq germes responsables de 90% des mammites, se retrouvent Staphylococcus aureus et E. coli.

Staphylococcus aureus est un germe localisé sur les plaies des trayons qui se transmet pendant la traite ; parmi nos résultats, de nombreuses pratiques peuvent être les causes ; les lavettes collectives pour le lavage et l'essuyage, l'absence d'essuyage dans beaucoup de cas, l'absence de désinfection ou trempage après la traite, la non élimination des 1ers jets de lait ou sur le sol, le nettoyage des manchons trayeurs après la traite, etc.

E coli est un germe de l'environnement (sol, litière, eau, etc.) qui provient de l'intestin des animaux ; elle se transmet généralement entre les traites mais des souches peuvent aussi se transmettre pendant la traite. Selon Remy et al., (2010), ce germe s'installe pendant la lactation ou le tarissement. De nombreuses pratiques présentées dans nos résultats peuvent en être la cause comme celles liées à la préparation de la mamelle avant la traite qui facilitent le passage des germes de l'environnement dans la mamelle, même si cet environnement est plus ou moins propre.

Entérococcus et Pseudomonas sont des germes d'environnement aussi, auxquels les conditions de traite et de prévention générale permettent le développement et la transmission aux vaches saines ou aux quartiers sains. Pseudomonas serait véhiculée par l'eau de lavage du matériel de traite (Remy et al., 2010) et nous avons vu qua le majorité de nos éleveurs était en manque d'eau et l'achète.

Les levures proviennent de l'eau, des végétaux (aliments) et de la terre auxquels le cheptel des élevages enquêtés est exposé quotidiennement ; et donc la probabilité de contamination est très forte.

- **Résistance aux antibiotiques des germes isolés**

Le fait que 83% des exploitations étudiées présentent au moins une souche de bactéries résistantes aux antibiotiques est inquiétant. Cet aspect demande à être approfondi en le comparant avec les résultats d'exploitations ayant moins de mammites. En effet, le fait que notre échantillon soit composé d'élevages avec mammites fréquentes peut expliquer ces résultats.

Staphylococcus aureus et E. coli dominent les isolats de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques ; cela pourrait s'expliquer par leur forte présence dans les élevages et donc leur plus grande exposition aux antibiotiques, sources de création de résistances.

CONCLUSION

Notre travail avait pour objectif l'étude des conditions et pratiques d'élevage dans des exploitations de bovin laitier et leurs relations avec les mammites. Pour cela, nous avons enquêté 30 élevages à mammites fréquentes dans la région de Freha, Wilaya de Tizi Ouzou. Nous avons aussi réalisé le dépistage des mammites pour l'ensemble des vaches en lactation (363 et 1452 quartiers) avec le test CMT, et prélevé 145 échantillons de lait, correspondant à 50% des quartiers infectés pour identification de germes responsables des mammites et leur résistance aux antibiotiques ; les analyses bactériologiques ont été réalisées par le Laboratoire Vétérinaire Régional Centre de Draa Ben Khedda.

Nos résultats révèlent les principaux éléments suivants :

- Parmi les pratiques de conduite générale, l'absence de la mise en quarantaine des vaches achetées, l'absence de traitement au tarissement, l'absence de dépistage des mammites sub cliniques et de documents de suivi sanitaire sont porteuses de grands risques d'infection pour la presque totalité des élevages enquêtés.

- Pour ce qui est des conditions d'ambiance dans les bâtiments d'élevage et d'hygiène de la litière, elles paraissent suffisamment adéquates dans la majorité des élevages.
- L'hygiène de la traite est l'aspect le moins maitrisé puisque la presque totalité des élevages montre de très grandes insuffisances dans la majorité de ses composantes : traite au niveau de l'étable, traite des vaches achetées avec les autres vaches, lavage de la mamelle avec des lavettes collectives, absence d'essuyage et de trempage des trayons, absence d'élimination des premiers jets de lait et leur rejet au sol sous les vaches quand cela se produit, etc. Cela est du principalement au fait que les éleveurs n'ont pas suivi de formation sur cet important aspect de l'élevage et son impact sur l'activité (97% de non).
- Comme pour les conditions d'ambiance, l'état de propreté des vaches est globalement satisfaisant dans la majorité des élevages ; le fait que les élevages soient de type familial, avec de petits effectifs, contribue certainement à cet appréciable état de propreté.

Les résultats du dépistage des mammites par le test CMT, très élevés, jusqu'à 2,5 quartiers atteints par vache présente, ne sont pas une surprise mais confirment que les élevages choisis répondent bien au critère d'échantillonnage d'existence régulière de

- mammites. Et d'ailleurs, les résultats des pratiques citées plus haut expliquent bien les causes des résultats du dépistage.

- Les germes les plus rencontrés dans ces exploitations, sont principalement des bactéries pathogènes majeures, provenant l'une du réservoir mammaire (Staphylococcus aureus), et l'autre de l'environnement (E. coli), avec un taux cumulé de 47% du totale des germes isolés. Ces deux germes sont justement ceux qui ont présenté le plus de souches résistantes aux antibiotiques à 63%, car les plus exposés aux traitements. Le problème de la résistance identifié lors de ce travail est très inquiétant en termes de nombre d'exploitations touchées et de nombre de germes concernés.

Pour conclure ce travail, nous dirons que les pratiques liées à la traite et à la prévention générale apparaissent comme les plus impliquées dans les niveaux élevés de prévalence des mammites et l'apparition de souches résistantes aux antibiotiques dans les élevages enquêtés. Une mesure précise de la contribution de chacune des pratiques demande plus de temps pour être réalisée. Elle servira à élaborer des plans de lutte ciblés. Cet approfondissement du travail est d'une grande importance pour les éleveurs et la filière lait en général. Mais ces résultats préliminaires peuvent déjà orienter les actions de lutte contre les mammites.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Airieau B. (Président de l'institut de l'élevage).2000 .Maladies des bovins .3éme Editions .France Agricole.
- Alais C.1984. Science du lait, Principes des techniques laitières. 3 ème édition. Edition Publicité France.807p.
- Alexander A. 2005.Utilisation des comptages cellulaires dans la comparaison de deux préparations hors-lactation.
- Amellal R.1995. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et réalité de la dépendance. Options Méditerr., Sér. B : °14.
- Anderson J.C.1978. The problem of immunization again ststaphylococcalmastitis. Br. Vet. J., 134, pp. 412 – 420.
- Angoujard P.L. 2015. Enquête sur le diagnostic et le traitement des mammites de la vache laitière par les vétérinaires de terrain en France en 2015. Thèse doctorat. Faculté de Médecine de Créteil.France.121P.
- Anonyme : Scholl D., Berkema H., Baillargeon J. 2007.Mammite et antibiorésistance .Le producteur de lait québécois .canadien bovine Mastitis Research network. Santé animale.1PP.
- Anselme S. 2007. Diagnostic des mammites cliniques et subcliniques en élevage bovin laitier intensif (cas de la ferme wayembam), thèse Présentée et soutenue publiquement le 14 Novembre 2007 devant la Faculté de Médecine, Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, université cheikh Anta Diop de Dakar. pp.77-78.
- Anses A., Moury F., Noël V., Morel V., Oudart C., Yvon C., Leclerc V., Tesolin B., Delorme C., Lailler R. 2019. Inventaire des Salmonella d'origine non humaine - Réseau Salmonella 2017 [en ligne] Paris : Edition scientifique [consulté le 27 juillet 2020] Disponible sur : https://www.anses.fr/fr/system/files/SML-Ra-INVRS2017.pdf
- Anthony F., Acar J., Franklin A. 2001. Antimicrobial résistance : responsable and prudent use of antimicrobial agents in veterinary medicine. Rev. Sci. Tech. - Off. Int. Epizoot., ,20(13), pp.829-839.
- Araba A.2006. L'alimentation de la vache laitière pour une meilleure qualité du lait. Comment augmenter les taux butyreux et protéique du lait. Bulletin mensuel d'information et de la liaison du PNTTA n°142 vache laitière. Transfert de

technologie en agriculture. Ministère de l'agriculture, du développement Rural et des pêches maritimes. Maroc, 1 (4) ,29p.

- Badinand F., Bedouet J., Cosson J.P., Hanzen CH.2000. Lexique des termes de physiologie et pathologie et performances de reproduction chez les bovins. Ann. Med. Vet., 144, pp. 289-301.
- Bareille N., Lemarchand F.2004.La désinfection des trayons avant et après la traite ; comment choisir les méthodes et les produits ? In Dossier : hygiène de la mamelle et traitement des mammites.Bull.GTV.24, 21-27.
- Baudet H., Bossuet I., Coulon R., Fulbert L., Huneau T., Lefevre T., Leising E., Pelletier E., Roussel P., Thomas B., Tocsez C. 2009. Mammites, Cellules, tous les conseils pour lutter efficacement. Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire pour le GIE Elevage - Conception : D. Benoist Angers
- Bergonier D., De Crémoux R., Lagriffoul G., Rupp R., Berthelot x.2002.Etiologie et épidémiologie des mammites des petites ruminants ».Paris, Edition du point vétérinaire, pp.40-45.
- Beroual M. 2003.Caractérisation des germes d'origine bactérienne responsables de mammites bovines de la région de la Mitidja, Mémoire de magister, DSV. Université de Blida.
- Berthelot V. 2018. Alimentation Des Animaux Et Qualité De Leurs Produits. Editions TEC et DOC. Agriculture d'Aujourd'hui, Lavoisier. Paris.
- Billon p. 2001. Efficacité du rinçage de l'intérieur des manchons trayeurs entre deux vaches. Institut de l'élevage, compte rendu, n°2013106 ,13p.
- Blood D.C., Henderson J.L.1976 .Traduit par Villemin M., « Médecine vétérinaire »,2éme édition d'après 4éme édition anglais, V.308, pp.319-322.
- Bonny J., Contamain V., Gousey M., Metais J., Tilliard E., Juanes X., Decruyenere V., Colon J.P. 2005. Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. INRA .Prod.Anim.2, pp.419-424.
- Bosquet G., Ennuyer M., Goby L., Leiseing E., Martin S., Salat O., Sanders P., Seegers H., Serieys F. 2005. Le praticien face au ciblage du traitement en lactation des mammites. « Ouvrons le dossier », conférence de consensus organisée par le laboratoire Boehringer Ingelheim, 45p.

- Bouaziz O. 2005. Contribution à l'étude des infections intra mammaires de la vache laitière dans l'Est Algérien. Thèse de doctorat Université Mentouri de Constantine.296 P.
- Bouaziz O. 2020.Etude générale des mammites des vaches laitières. Cours de Pathologie de la Reproduction, 35p.
- Bouchard, B. 2003.Cours de pathologie mammaire. Faculté de médecine vétérinaire de Montréal, V, 11 .Pp.15-20.
- Bouichoue H. 2009. Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception.
- Boutel P., Burreau F., Lexeux P. 2006.La mammite bovine : de l'initiation à la résolution .Formation continue, articles de synthèse.Ann.Méd.Vet.150, pp.1-26.
- Bouzebda Afrir F., Bouzebda Z., Bairi A., France M.2007.Etude des performances bouchères dans la population bovine locale dans l'est Algérien .In. Sciences Technologies. C-N° 26, 89-97p.
- Bouzida S., Ghozlane F., Allane M., Yakhlef H., Abdelguerfi A. 2010. Impact du chargement et de la diversification fourragère sur la production des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie). Fourrages, 204, 269-275pp. http://www.afpf-asso.org/download.php?type=1&id=1819&statut=0
- Bradley A.J. 2002. Bovine Mastitis : An revolving disease .Vet.J. 164 :116-128.
- Brouillet p., Raguet Y. 1990. Logements et environnement des vaches laitières et qualité du lait .Bulletin GTV.4(8).
- Bruyas J.F. 1997.Généralités sur les mammites bovines », cours de gynécologie, ENVN.
- Carbonneau E. 2012. Effet de la régie d traire n début de lactation sur les performances zootechniques et sur certains paramètres métaboliques et immunologiques des vaches laitières multipares. Mémoire Grade De Maître Es Science, Université D Sherbrooke, 84p.
- Cauty I., Perreau J.M. 2003. La conduite du troupeau laitier. ED. France Agricole, Paris. 288p.
- Chaffaux St., Steffan J.1985. Prophylaxie des infections mammaires : place de l'hygiène de la traite et du traitement. Rec. Méd. Vét., 161 (6-7) : 603-615.
- CNA., 2022.La filière lait en Algérie : Vision et actions prioritaires de développement.p19

- Coulon J.B., Pradel P., Verdier- Metz I. 1995. Effect of forage type on milk yield, chemical composition and clotting properties of milk. Le Lait., 75: 513–521.
- Craplet C., Thibier M., Duplan JM. 1973. La vache laitière. Edition Vigot Frère .Paris.726p
- De Vries M., Bokkers E.A.M., Dijkstra T., Van Schaik G., De Boer I.J.M. 2011. Invited review Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. J. Dairy. Sci. 94, pp. 3213-3228.
- Debreil E.2008.Les analyses Bactériologiques du lait des infections mammaires bovines applicable au cabinet vétérinaire en pratique courante et leurs intérêts dans le traitement des mammites .Thèse .Doct.Vét. Ecole Nationale Vétérinaire D'Alfort, France, 5.
- Demarquilly C. 1998. Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques .INRA, Prod.Anim., vol .11, pp. 359-364.
- Direction des services agricoles de Tizi-Ouzou (DSA). 2014. Statistiques agricoles de la Wilaya de Tizi-Ouzou 2014. www.tiziouzou-dz.com
- Djellal F., Kadi S.A., Berchiche M.2007. Caractérisation de la conduite alimentaire des bovins à l'engrais dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. Recherche sur l'élevage pour le développement rural. Volume 19 , http://www.cipav.org.co/lrrd.org/lrrd19/7/djel19099.htm
- Dupont J. P. L. 1980. L'infection mammaire inapparente : agents microbiens en cause et antibiogramme. Th : Méd. Vét : Alfort ,53p.
- Durel L., Faroult B., Lepoutre D., Brouillet P., Lepage Ph. 2004. Mammites des bovins (cliniques et subcliniques)- Démarches diagnostiques et thérapeutiques. La Dépêche Technique. Supplément Technique 87 à La Dépêche Vétérinaire du 20 Décembre 2003 au 2 Janvier 2004, 39 p.
- 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) : 7450-7459pp.
- Elvira B. 2016. Evaluation of Albanian raw milk quality situation by using somatic cell count. Journal of Multidisciplinary Engineering and technology (JMEST) vol 3.
- Emanuelson U., Person E. 1984.Studies on somatic cell counts in milk from Swedish dairycows », Acta agriculturale Scandinavica, V, 34, p33-34.

- Esvac E. 2018. Sales of veterinary antimicrobial agents in 30 European countries in 2016 « en ligne ».disponible sur : https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-30-europeancountries-2016-trends-2010-2016-eighth-esvac_en.p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2013. Enhancing animal welfare and farmer income through strategic animal feeding − some case studies. FAO Animal Production and Health Paper No. 175. Rome, Italy.
- Faroult B. 1999. Antibiothérapie et mammites cliniques .journées nationales GTV, INRA, pp.121-125.
- Faroult B., Arzul P. 2005. Tarissement des vaches laitières : approche sanitaire et zootechnique. La Dépêche vétérinaire (supplément technique n°95) : pp.1- 35
- Faroult B., Poutrel B., Brouillet P., Le page P. 2003. Mammite des bovins (cliniques et subcliniques) : démarche diagnostique et thérapeutique .La Dépêche Vétérinaire, (suppl.).p87.
- Faye B. 2002. Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarche qualité, gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Actes de l'atelier international, CIRAD-FAO.5p
- Flache H. 2002. Cinétique des comptages cellulaires de quartiers après mammites cliniques chez la vache laitière » .Thèse de docteur vétérinaire, ENV de Lyon ,72p.
- Forget D. 2005. Un vaccin contre la mammite bovine .science clip.
- Gabli A. 2005. Etude cinétique des cellules somatiques dans le lait des vaches atteintes de mammites et des vaches saines. Thèse Doctorat. Université Constantine. 42p.
- Gedilaghine V. 2005. La rationalisation du traitement des mammites en exploitation laitiére.Conception et réalisation d'une enquête d'évaluation de la mise en place de l'action G.T.V. Partenaire dans le département de la manche ». Thèse de doctorat vétérinaire, Maisons Alfort 2005, 106p.
- Gehring R., Smith G.W. 2006. An overview of factors affecting the disposition of intramammary preparation used to treat bovine Mastitis. Ournal of Vetenary pharmacology and Therapy, 29 :237-241pp.
- Gharbi W.2013.Etude de la qualité de lait livré au Centre de collecte dans la région de Bizerte en rapport avec les systèmes de production, mémoire Master, p 63-73

- Giesecke W.H. 1985.The Effect of stress on udder health of dairy cows.Onderstepoort journal of veterinary Research, 52 :175-193.Klastrup, O., G.
- Goni P., Vergara Y., Ruiz J., Albizu L., Vila J., Gomez-lus R. 2004.Antibiotic resistance and epidimiological typing of Staphylococcus aureus of bovine Mastitis .I.J.F antimicrobial agents .23 :268-272 pp.
- Gourreau J., Bendali F. 2009. Traite des vaches laitières : matériel, installation, entretien. Institut de l'élevage, 1ème édition. 467p.
- Gourreau J., Bendali F. 2009. Traite des vaches laitières : matériel, installation, entretien. Institut de l'élevage, 1ème édition. 467p.
- Gourreau J.M. 1995.Les accidents et maladies du trayon, 1er édition, France Agricole Editions, Paris, p.288.
- Grommers F.J., Braak A.E., Van De Antonisse H.W. 1971. Direct trauma of the mammary glands in dairy cattle. 1. Variations in incidence due to animal variables. Br. Vet. J., 127, pp.271-281.
- Guérin P., Guérin-Fabulée V. 2007. Mammites de la vache laitière .Thèse docteur vétérinaire, école nationale vétérinaire de Lion. Cité par Boultif .Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans le lait par chromatographie liquide haute performance (HPLC) 2009.Thése de magister .Départements des sciences vétérinaires el Khroub .125 PP.
- Guerin P., Guerin-Faublee V., Bruyere P. 2011 .Les mammites de la vache laitière. Polycopié du cours de 4éme année, 2011-2012 :133p.
- Hamann J., Griffiths M. 2010. Mastitis and raw milk quality, safety and yield. Improving the safety and quality of milk. Volume 1 : Milk production and processing : 246-263pp
- Hamlaoui M.W., Kayoueche F.Z., Benmakhlouf A., Badache A., Haouar.2019.Influence de quelques paramètres intrinsèques liés à l'animal sur la fréquence des mammites subcliniques des vaches laitières.Rev.Mar.Sci.Agron.Vét.7(3) :433-436.
- Hanzen CH. 2000.Propédeutique et pathologie de la reproduction mâle et femelle, Biotechnologie de la reproduction .Pathologie de la glande mammaire, Université de Liège.

- Hanzen Ch. 2006. Pathologie infectieuse de la glande mammaire. « En ligne ».Accès Internet : http://ulg.ac.be/oga/formation/chap30/index.htm?page=30-0.htm. (Consultée le 19 Mars 2007)
- Hanzen Ch. 2010. Lait et production laitière. Maroc, 36p.
- Hanzen Ch. 2010. Propédeutique de la glande mammaire Sémiologie et diagnostic individuel et de troupeau. « En ligne ».p30.
- Hanzen Ch., Castaigne J.L. 2002.Pathologie infectieuse de la glande mammaire ». , Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège. « En ligne ». Chapitre 30
- Hanzen Ch.2010. La pathologie infectieuse de la glande mammaire : Etiopathogénie et traitements, Approche individuelle et de troupeau.P7, pp.15-44
- Hauwuy A. 1996. Qualité du Lait et des Fromages. Document technique à l'usage des conseillers encoulon J.B. et LilasJ.P. 1988. Composition chimique et contamination butyrique du lait : facteurs de variation dans le département de la Haute-Loire. INRA. Productions. Animales. 1, pp. 201-207 élevages et des fromages. SUACI-GIS, Alpes du Nord.
- Hayes M.C., Ralyea R.D., Murphy S.C., Carey N.R., Scarlett J.M., Boor K.J. 2001. Identification and Characterization of Elevated Microbial Counts in Bulk Tank Raw Milk .J.Dairy.Sci, Vol.84, pp.292-298.
- Hermier J. 1992. Les autres germes pathogenes « in Hermier, J., Lenoir,J.,Weber., Les groupes microbiens d'intérêt laitier » .CEPIL,paris,pp.539-545.
- Hogan J.S., Smith K.L. 2003 .Coliform Mastitis .Vet .Res . (2003), 34(5), 507-519pp.
- Isaa Ibrahim A. 2009. Bilan bactériologique des mammites dans les troupeaux zébu azawak a la station expérimentale sahélienne de toukounous (Niger) et épidémiologie moléculaire des staphylococcus aureus isolés. Pp : 35- P40.
- Jammes H., Djiane J. 1988. Le développement de la glande mammaire et son contrôle hormonal dans l'espèce bovine. Rv : INRA Prod Anim. 1988, 1 (5). Pp.299-310.
- Jayarao B.M., Wang L. 1999. A Stady on the Prevalence of Gram-Negative Bacteria in Bulk Tank milka. J. Dairy Science, 84, pp.2157-2162.
- Jones T. C., Hunt D. R. 1983. Veterinary pathology. 5ème Ed. Philadelphie (USA) : Edition Lea et Febiger.
- Jubb K.V. F., Kennedy P. C., Palmer N. 1993. Pathology of Domestic Animals. 4ème Edition. Vol : 3. New York : Academic Press.

- Labbée J.F. 2007. Fonctionnement et dysfonctionnement de la machine à traire. Conférence organisée par le laboratoire Elcano pour les vétérinaires praticiens, juin2007.
- Lakshmi M., Ammini P., Kumar S., Varela M.F. 2017. *The Food Production Environment and the Development of Antimicrobial Resistance in Human Pathogens of Animal Origin.* Microorganisms. 5(1): 11. DOI: 10.3390/microorganisms5010011
- Lam T., Van Den Borne B., Jansen J., Huijps K., Van Veersen J., van Schaik G., Hoogeveen H. 2013. Improving bovine udder health : A national Mastitis control program in the Netherlands. Journal of dairy science, 96(2) : 1301-1311pp.
- Larpent J-P.1997. Microbiologie alimentaire, Technique de laboratoire. Editions Techniques et Documentations Lavoisier.1073 : 31,1050pp.
- Lerondelle C. 1985. Les mammites à Streptococcus uberis. Rec. Méd. Vét., 161 (6-7) : 539-544.
- Les mécanismes et leur « contagiosité ». *Ann. Méd. Vét., 2012, 156, 109- 123pp.*
- Lescoeur B. 2003 .Le tarissement Revue : GDS (Groupement de défense sanitaire de l'Isère).Méd.Vét.154 :10,639-644 PP.
- Lévesque P. 2004. Comment les bâtiments et l'équipement influencent-ils la qualité du lait ? Conférence Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec (CRAAQ), Symposium sur les Bovins laitiers, Saint-Hyacinthe, 2-18.
- Lévesque P. 2006. Identifier les facteurs de risque de la mammite. Le Producteur de Lait Québécois, octobre 2006, pp.36-38.
- Lévesque P. 2007. Détection de la mammite : Aucun test ne peut répondre à toutes vos questions, Le Producteur de Lait Québécois, Canada, pp.31-33.
- M'sadak Y., Leila M., Khemais K.2013.Etude des numérotations cellulaires du lait et analyse descriptive des facteurs de risque des mammites en élevage bovin hors sol dans la région de Monastir (Tunisie).Université de Sousse, Institut Supérieure Agronomique de Chitt Mariem, 4042 Sousse, Tunisie.
- Madani T., Mouffok C., Yakhlef H. 2007. Effet de la saison de vêlage et de la parité sur la variabilité de la forme de la courbe de lactation chez la vache laitière en conditions semi-aride. Rv : Renc. Rech. Ruminants, n°14, p427.

- Marin max. 2018. Antibiotiques, antibiorésistance et environnement. Encyclopédie de l'environnement.
- Martinet J. 1985. Initiation à la physicochimie du lait (guide technologique des IAA) Ed technique et documentation, paris 220p.
- Mcgavin M. D., achary J. F. 2007. Pathologic basis of veterinary disease. 4ème Ed. St Louis, Missouri.
- Milhaud G. 1985. Traitement des mammites : pharmacocinétique des médicaments utilisés et conséquences. Rec. Méd. Vét., 161 (6-7) : 579-585pp.
- Muylaert A., Mainil J.G. 2012. Résistances bactériennes aux antibiotiques :
- Nadjraoui D. 2001. Fao country pasture / forage resource profiles : algeria.
- Nakure J. 2008. Contribution à l'étude des lesions mammaires en élevage bovin laitier au Sénégal : cas de la ferme de pastagri et des abattoirs de Dakar. Thèse de doctorat. Univ Cheikh Anta Diop de Dakar. 119p
- Neave F.K., Dodd F.H., Kingwill R.G., Westgarth D.R. 1969. Control of mastitis in the dairy herd by hygiene and management. J. Dairy Sci., 52, pp. 696-707pp
- Noireterre P.2006.Suivi de comptages cellulaires et d'examens bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitiére.Thése de doctorat en médecine vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 98p.
- Noirettere P. 2006. Suivis de comptages cellulaires et d'examens bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière. Etude expérimentale au centre d'élevage Lucien Bizet de Poisy. Thèse de doctorat : science vétérinaire. Lyon : Ecole Nationale Vétérinaire, 98P.
- Ollivier-Bousquet M.1993. Les hormones du lait : provenance et rôles. Rv/ INRA pROD Anim.6(4). Pp. 252-263.
- OMS. 2016. Système Mondiale de Surveillance de la résistance aux antimicrobiens .Manuel de mise en œuvre initial.48p.
- ONIL.2022.Situation actuelle et perspectives de développement de la Filière Lait en Algérie. Atelier de concentration sur a Filière Lait en Algérie organisé par la FAO, Alger, Juin, 2022.
- Pamela L., Reinemann R., Hohmann K. 2008. The Effect of Milking Managment on Microbial Quality Presented at XII Curso Novos Enfoques Na Producaoe reproducao de Boninos. Uberlandia Brazil, 6(8).

- Pougheon S., Gaursaud J. 2001. Lait et ses constituants, caractéristiques physico-chimiques. In Debry G. 2001. Lait nutrition et santé. Édition Technique et Documentation Lavoisier.566p
- Poutrel B. 1985. Généralités sur les mammites de la vache laitière : processus infectieux, épidémiologie, diagnostic, méthodes de contrôle. Rec. Méd. Vét., 161 (6-7), 497-511Pp.
- Radostits O, M., Blood D.C., Gay C.C.A. 1997. Text book of Diseases of cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses » .Veterinary Medecine, 15,576p.
- Radostits O.M., Blood D.C., Gay C.C. 1994.Veterinary Medicine. A Textbook Of The Diseases of Catelle, Sheep, Pigs, Goats And Horses .8 th Edition. English Language Book Society .566-597pp.
- Reinemann D .J. 2003. Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines. http://128.104.248/uwmril/pdf/milkmachine/cleaning/03%20IDF%20CIP%20Buletin.pdf
- Remy D. 2010. Les mammites. Edition France Agricole, Paris.259p.
- Rodenburg J. 1997. Prévention de la mammite : contrôle de l'environnement. Fiche technique. [On line]. Agriculture et affaires rurales de !'Ontario. (Page consultée le 04 Février 2005).
- Roumeas A., Gaudilliere N., Dublef F., Adam H., Belot P.E., Delaby L.2014. Pic de lactation, persistance et lien avec les performances de reproduction de vaches Montbéliarde en Franche-Comté. Rv : Renc. Rech. Ruminants, n° 21, pp.277-280.
- Salat O., Lhermie G., Bastien J. 2007. Démarches pratique de traitement des infections mammaires à staphylocoques, G.T.V., Nantes, 783-794pp.
- Sanders P.A., Granier S., Blanc-Gonnet A., Santolini L. 2012. Les Plans de Surveillance de l'Antibiorésistance en santé animale : le contexte européen et les évolutions récentes. [En ligne] In Bulletin épidémiologique : santé animale, alimentation. n°53, pp.25-29 [consulté le 27 juillet 2020] Disponible sur : https://hal-anses.archives-ouvertes.fr/hal-00751503/document.
- Schmitt E., Legay J., Berthelot X., Bousquet-Melou A., Durel, L., Salat O., Bosquet G., Serieys F.2007. Localisation des bactéries et traitements des mammites en lactation. « Ouvrons le dossier », Session 2, Conférence de consensus organisée par le laboratoire Boehringer Ingelheim, 63p.

- Schultz M., Hassen L., Steuernagle G., Kuck A.1990.Variation of milk, fat, protein and somatic cells for dairy. J. DairySci, 484p.
- Scukken H. Y., David J., Wilson F., Gorrison L., Gonzalez N. 2003. Monitoring udder health and milk quality using somatic sell counts. INRA.EDP Sciences, Vet, Res. 34, pp.579-596pp.
- Seriey F. 2003. Abord du traitemnt des infections a streptococcus uberis. Le point vétérinaire, V .34, n°239, pp.36-3.
- Serieys F., Faroult B.2001. Plans de traitement des infections mammaires et stratégie thérapeutique » Bulletin des GTV.12p.
- Singer A.C., Shaw H., Rhodes V., Hart A. 2016. *Review of Antimicrobial Resistance in the Environment and Its Relevance to Environmental Regulators.* Front Microbial. 7:1728. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01728.
- Sraïri M.T., Hasni L., Alaoui A., Faye B. 2004.Qualité physico-chimique et contamination par les antibiotiques du lait de mélange en étables intensives au Maroc. Revue : Renc. Rech .Ruminants N°11.116-117PP.
- Tali Maamar Hassiba, 2018. Surveillance antibiotic resistance in Algeria: challenges achievements and prospects. 1st Annual congress of the Algerian Society of Infectiology – 5th congress of Federation Arab Societies of Clinical Microbiology and Infectious diseases - Algiers – 27 October 2018.
- Thomas C., Romain J., Gérard B. 2008. Fondement physico-chimique de la technologie laitière. Edition Tec et Doc. Lavoisier. 161p.
- Toureau V., Bagieu V., Le bastard A.M.2004. Une priorité pour la recherche : la qualité de nos aliments. Les recherches sur la qualité du fromage. INRA mission communication.
- Trolard J.2001. Le logement du troupeau laitier, concevoir et conseiller. Edit France Agricole, BTPL, 184p.
- Vignola C.2002. Science et technologie du lait : Transformation du lait. Ecole polytechnique de Montréal, 600p.
- Wattiaux A. M. 2003. Lactation et récolte du lait. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier. « En ligne ». Accès Internet : http://www.babcock.cals.wisc.edu.htm Dernière mise à jour 15 Mai 2007.

- Wattiaux M.2004.Pocédure de traite. Lactation et récolte du lait. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier, Université du Wisconsin, 5pp.
- Wattiaux M.A.1999. Reproduction et selectiongénetique .Chapitre 12 : évaluation de la condition corporelle. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier .University Wisconsin-Madison
- Wenz J.R., Barrington G.M., Garry F.B., Ellis R.P., Mangnuson R.J.2006. Escherichia coli isolated serotypes, genotype and virulence genes and clinical coliform Mastitis severity. Journal of Dairy science, V.89, 3408-3412pp.
- Young C.W., Legates J.E., Lecce J.G. 1960. Genetic and phenotypic relationships between clinical mastitis, laboratory criteria and udder height. J. Dairy Sci., 43, pp.54-62

Annexes

Activité de recherche Mammites – INRAA Mai 2022

Enquête élevages (Annexe 1)

Questionnaire

Date Commune et lieu-dit : Code élevage :
Nom éleveur :

Lieux d'élevage

1. Bâtiment : étroit moyen spacieux (au moins 6m2 par vache)
2. Aération bâtiment : insuffisante suffisante
3. Courants d'air : oui non
4. Sol avec pente légère : oui non
5. Sol : béton terre autre :
6. Litière : absence paille sciure de bois autre :
7. Renouvellement de la litière : 1 fois/j 2 fois/j 1 fois en 2j autre :
8. Moment de renouvellement de la litière : avant la traite après la traite Avant et après la traite cela dépend
9. Nettoyage de l'étable (périodicité et produits) :
10. Stabulation : libre entravée
11. Aire d'exercice : absente présente
12. Conduite des vaches au pâturage : oui parfois jamais

Vaches laitières

13. Total vaches laitières présentes :
14. Nombre de vaches en lactation :
15. Nombre de vaches avec mammites cliniques :
16. Nombre de vaches suspectées avec mammites subcliniques :
17. Parmi les vaches présentes, nombre de celles traitées pour mammites au moins 1 fois :
18. Les vaches avec mammites sont : isolées avec les autres vaches
19. Achat de vaches de l'extérieur : jamais parfois régulièrement
20. Vaches achetées : toujours isolées non isolées cela dépend
21. Vaches achetées : traites séparément traites avec les autres vaches

Traite

22. Lieu de traite : dans le lieu de vie lieu séparé
23. Type de traite : manuelle mécanique (chariot, salle)
24. Lavage des mains du trayeur avant et pendant la traite : oui non parfois
25. Utilisation d'une tenue de traite : oui non parfois
26. Nettoyage de la mamelle avant traite : lavette individuelle lavette collective Autre
27. Lavage avec : eau eau + produit, lequel : produit (lequel) :
28. Essuyage de la mamelle : non lavette individuelle lavette collective papier à usage unique autre
29. Elimination des 1ers jets de lait : absence sur le sol dans un récipient
30. Désinfection des trayons après la traite : oui non parfois
31. Si désinfection : trempage des trayons essuyage pulvérisation d'un produit

Préciser à chaque fois avec quel produit

32. Après la traite, les vaches peuvent se coucher : oui non cela dépend
33. Traite de vaches malades : avec les autres vaches avant après cela dépend
34. Traite incomplète (problème) : jamais parfois souvent
35. Nettoyage du chariot trayeur : avant et après la traite après la traite
36. Produits de nettoyage du chariot trayeur :
37. Problèmes du chariot trayeur (ou salle de traite) : rares courants
38. Types de problèmes (qualité, réglage, ……) :

Prévention - Traitement

39. Dépistage de mammites subcliniques : toujours parfois jamais
40. Traitement systématique des vaches taries : oui non parfois
41. Cas de récidive : fréquents moyens rares
42. Y a t–il des traitements autres que vétérinaires qui sont efficaces ? non oui
43. Si oui, lesquels :
44. Cas de réforme pour mammites : jamais oui

Alimentation

45. Types et quantités d'aliments en cette période (printemps) :
46. Alimentation habituelle des autres saisons de l'année (type et quantité moyenne) :

Eté :
Automne :
Hiver :

47. Complémentation minérale et vitaminique : jamais toujours parfois

Autres

48. Quelle période de l'année y a-t-il le plus de mammites ?
49. Qui sont les plus touchées : jeunes vaches vaches âgées indifférent
50. En quelle période de la lactation y a-t-il le plus de mammites : début milieu fin
51. Hors mammites, maladies les plus fréquentes dans le troupeau (vaches laitières) :
52. Documents de suivi sanitaire (vaches malades, traitements, etc.) : oui (lesquels) non
53. Formation sur l'hygiène de la traite et du bâtiment : oui non
54. L'éleveur veut-il ajouter quelque chose ?

Résultats du test CMT

Vaches saines :
Vaches avec mammites subcliniques :
Vaches avec mammites cliniques :

Enquête élevages (Annexe 2)

Fiche : Etat de propreté des vaches (échelle de Lévesque 2006)

Note donnée par observation de 3 endroits de chaque animal debout : la mamelle, le flanc et les pattes.

Les salissures à noter sont des **salissures sèches**. Lorsqu'un flanc est plus sale que l'autre, **noter le flanc le plus sale**. La notation se fait sur une échelle de 4 :

1 = A absence de salissure	3 = C plaques de salissure laissant voir le poil
2 = B salissure sous forme de trace	4 = D salissure recouvrant le poil

A : PROPRE Absence de salissures sur l'animal ou salissures à l'état de traces	
B : PEU SALE Zones de salissures s'étendant sur la moitié inférieure de la cuisse et sur le bas du ventre et du sternum	
C : SALE Zones de salissures s'étendant du haut de la cuisse (trochanter) jusqu'à l'avant du sternum.	
D : TRES SALE Zones de salissures s'étendant de la fesse (hanche) jusqu'à la pointe de l'épaule. Les salissures remontent sur le côté jusqu'en haut du flanc et forment une croûte épaisse.	

Note ou catégorie	Effectif de vaches
1 ou A	
2 ou B	
3 ou C	
4 ou D	