

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations et des Organismes



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Biologie et Physiologie de la Reproduction

**Thème**

**Mammite subclinique due à staphylococcus aureus chez les bovins**

**Soutenu le 01 /10 /2020**

**Présenté par : M<sup>lle</sup> Talanelkhoukh Zahia**

**M<sup>lle</sup> Djemai Ihcene**

**Devant le Jury :**

Mr. Gherbi. I	MCA/ ISV	U. Blida 1	Président
Mr. Kebbal. S	MCB/ ISV	U. Blida 1	Examineur
Mr. Douifi. M	MCB/ ISV	U. Blida 1	Promoteur
Mme. Boukhalfa. N	MCB	U. Khemis Miliana	Co-promoteur

## Remerciement

En premier lieu nous remercions **Allah** pour nous avoir donné courage, patience et force afin d'élaborer cette étude.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur monsieur **Douifi Mohamed**, qui nous a guidé, orienté et pour tous les efforts qu'il nous a consacrés tout au long de la réalisation de ce travail.

On tient à remercier aussi les enseignants qui ont accepté de faire partie du jury de ce mémoire :

Monsieur l'examineur **Kebbal. S**, Monsieur le président de jury **Gherbi. S** et la Copromotrice madame **Boukhalfa. N**.

Nous exprimons notre très grande considération, et notre gratitude à tous les enseignants de la promotion master II option Biologie et physiologie de la reproduction, 2019-2020 qu'ils trouvent ici le témoignage de notre sincère reconnaissance, pour leurs apports très constructifs.

Nos camarades de promotion les agréables moments qu'on a passé ensemble.

Enfin, on remercie chaleureusement toute personne ayant contribué de près ou de loin pour que ce travail puisse être effectué et mené à terme.

## **Dédicace**

A mes chers parents

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

A mes sœur Fatima, Khadija, Nadia et Farida.

A mes frères Fouad et Yacine.

A mes chers Assil, Lina, Abd l'Ali, Islam, Abd l'Rafour, Adam, Hiba.

A mes cousin et cousines.

A toute ma famille pour leur encouragement infallible.

A tous mes amies Aziza, Ihcene, Louiza, Siham, Samra, Selma, Jahida.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Je dédie ce travail

**Zahia**

## **Dédicace**

A mes parents, pour l'amour que vous m'avez donné, pour vos encouragements, votre patience, vos sacrifices, je vous remercie.

A mes sœurs, Imene et Fatima.

A mes frères, Mohamed et Oussama.

A mes chers neveux, Youcef et Nassim.

A ma cousine Meriem, pour ton aide et ton soutien je te remercie beaucoup.

A mes très chers grand père et grand-mère.

A mon binôme Zahia.

A tous ceux qui m'aiment.

Et à tous ceux que j'aime.

Je dédie ce travail.

**Ihcene**

## Résumé

La mammite bovine est la maladie la plus courante affectant les troupeaux laitiers à travers le monde. Sa forme subclinique est la plus persistante et largement plus répandue. Bien qu'elle ne se manifeste pas par des changements visibles dans la glande mammaire et dans le lait ; elle provoque une augmentation des cellules somatiques. Par conséquent, elle n'est pas facilement reconnue par les agriculteurs et peut conduire à d'importantes pertes de production.

*Staphylococcus aureus* est une bactérie fréquemment isolée dans le lait d'animaux atteints de mammite subclinique bovine contagieuse, non seulement en Algérie, mais dans le monde entier.

L'objectif de la présente étude était de faire une synthèse bibliographique générale sur les mammites subclinique chez les bovins avec la collecte des principaux résultats trouvés dans différentes régions à travers le monde, ces derniers étaient sur la prévalence, facteurs de risques et traitement des mammites subclinique ainsi que sur le phénomène de l'antibiorésistance.

Les résultats montrent que la prévalence des mammites subclinique varie d'un pays à un autre, en Algérie la prévalence de mammite subclinique la plus basse a été constaté à Bejaia en 2019 avec un pourcentage de 26% tandis que la prévalence la plus élevée a été constatée à Tarf en 2017 avec un pourcentage de 61.6%.

Les bovins laitiers sont exposés à de multiples facteurs de risque génétiques, physiologiques, et environnementaux qui peuvent compromettre l'immunité de l'hôte et accroître l'impact de la mammite subclinique.

Le traitement des mammites subcliniques se fait au tarissement à de rares exceptions durant la lactation. Le taux de guérison des mammites subcliniques durant la lactation est de 50 % en moyenne contre 70 à 80 % au tarissement. Le diagnostic précoce, le choix des antibiotiques, ainsi que les caractéristiques individuelles des vaches, sont des facteurs importants pour la guérison.

D'après ces différentes recherches, on constate aussi que les souches de *staphylococcus aureus* ont une résistance élevée à la pénicilline et tétracycline et une bonne sensibilité pour la gentamycine.

**Mots clés :** mammite subclinique, *staphylococcus aureus*, prévalence, facteur de risque, traitement.

## **Abstract**

Bovine mastitis is the most common disease affecting dairy herds around the world. Its subclinical form is the most persistent and widely more widespread. Although it does not manifest itself as visible changes in the mammary gland and in milk, it causes an increase in somatic cells. Therefore, it is not easily recognized by farmers and can lead to large production losses.

*Staphylococcus aureus* is a bacterium frequently isolated from the milk of animals suffering from contagious subclinical bovine mastitis, not only in Algeria, but throughout the world.

The objective of the present study was to make a general bibliographic synthesis on subclinical mastitis in cattle with the collection of the main results found in different regions around the world; the latter were on the prevalence, risk factors and treatment of mastitis. Subclinical as well as on the phenomenon of antibiotic resistance.

The results show that the prevalence of subclinical mastitis varies from country to country, in Algeria the lowest prevalence of subclinical mastitis was found in Bejaia in 2019 with a percentage of 26% while the highest prevalence was observed at Tarf in 2017 with a percentage of 61.6%.

Dairy cattle are exposed to multiple genetic, physiological, and environmental risk factors that can compromise host immunity and increase the impact of subclinical mastitis.

Treatment of subclinical mastitis is done during dry-off with rare exceptions during lactation. The cure rate for subclinical mastitis during lactation is 50% on average compared to 70 to 80% at dry-off. Early diagnosis, the choice of antibiotics, as well as the individual characteristics of the cows are important factors for recovery.

According to these various studies, it is also found that strains of *Staphylococcus aureus* have a high resistance to penicillin and tetracycline and a good sensitivity to gentamycin.

**Key words:** subclinical mastitis, *staphylococcus aureus*, prevalence, risk factor, treatment.

## ملخص

التهاب الضرع البقري هو المرض الأكثر شيوعاً الذي يصيب قطعان الألبان حول العالم. شكله تحت الإكلينيكي هو الأكثر ثباتاً والأوسع انتشاراً. على الرغم من أنها لا تظهر كتغيرات مرئية في الغدة الثديية وفي الحليب؛ بسبب زيادة في الخلايا الجسدية. لذلك، لا يتعرف المزارعون عليها بسهولة ويمكن أن تؤدي إلى خسائر كبيرة في الإنتاج.

المكورات العنقودية الذهبية هي بكتيريا معزولة بشكل متكرر من حليب الحيوانات المصابة بالتهاب الضرع البقري تحت الإكلينيكي المعدي، ليس فقط في الجزائر، ولكن في جميع أنحاء العالم.

كان الهدف من هذه الدراسة هو عمل توليف ببليوغرافي عام حول التهاب الضرع تحت الإكلينيكي في الماشية مع جمع النتائج الرئيسية الموجودة في مناطق مختلفة حول العالم، وكانت هذه النتائج حول انتشار التهاب الضرع وعوامل الخطر وعلاجه. تحت الإكلينيكي وكذلك على ظاهرة مقاومة المضادات الحيوية.

أظهرت النتائج أن معدل انتشار التهاب الضرع تحت الإكلينيكي يختلف من بلد إلى آخر، ففي الجزائر، تم العثور على أدنى معدل لانتشار التهاب الضرع تحت الإكلينيكي في بجاية في عام 2019 بنسبة 26٪ بينما كان أعلى انتشار في الجزائر. لوحظ في الطارف في عام 2017 بنسبة 61.6٪.

تتعرض الأبقار الحلوب للعديد من عوامل الخطر الوراثية والفسولوجية والبيئية التي يمكن أن تعرض مناعة المضيف للخطر وتزيد من تأثير التهاب الضرع تحت الإكلينيكي.

يتم علاج التهاب الضرع تحت الإكلينيكي خلال فترة الجفاف مع استثناءات نادرة أثناء الرضاعة. معدل الشفاء من التهاب الضرع تحت الإكلينيكي أثناء الرضاعة هو 50٪ في المتوسط مقارنة بـ 70 إلى 80٪ في الجفاف. التشخيص المبكر، واختيار المضادات الحيوية، وكذلك الخصائص الفردية للأبقار هي عوامل مهمة للشفاء.

وفقاً لهذا البحث المختلف، وجد أيضاً أن سلالات المكورات العنقودية الذهبية تتمتع بمقاومة عالية للبنسلين والتتراسيكلين وحساسية جيدة للجنتاميسين.

**الكلمات المفتاحية:** التهاب الضرع تحت الإكلينيكي ، المكورات العنقودية الذهبية ، الانتشار ، عامل الخطر ، العلاج.

# Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

<b>Remerciement</b> .....	<b>2</b>
<b>Dédicace</b> .....	<b>3</b>
<b>Dédicace</b> .....	<b>4</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>ملخص</b> .....	<b>7</b>
<b>Sommaire</b> .....	<b>8</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>12</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>13</b>
<b>Liste des abréviations</b> .....	<b>14</b>
Cmt : LE CALIFORNIAN MASTITIS TEST (CMT) .....	14
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie</b> .....	<b>3</b>
I.1. Elevage bovin .....	3
I.1.1 Importance de l'élevage bovin .....	3
I.1.2 Evolution des effectifs de vaches laitières .....	4
I.1.3 Répartition géographique .....	5
I.1.4 Systèmes de production bovine .....	6
I.1.4.1 - Système « extensif » .....	6
I.1.4.2 - Système « intensif » .....	6
I.1.4.3 - Système « semi intensif » .....	6
I.1.5 Races bovines exploitées.....	7
I.1.5.1 Bovin laitier local (BLL) .....	7
I.1.5.2 Bovin laitier amélioré (BLA) .....	7
I.1.5.3 Bovins laitiers modernes (BLM) .....	7
I.2 Filière lait .....	8
I.2.1 Evolution de la production laitière .....	8
I.2.2 Contraintes de la filière lait en Algérie .....	9
I.2.3 Perspectives de développement : .....	9
<b>Chapitre II : Anatomie et physiologie de la mamelle</b> .....	<b>11</b>



II.1 Introduction.....	11
II.2 Anatomie de la mamelle .....	11
II.2.1 Le système alvéolaire.....	12
II.2.2 Vascularisation et innervation.....	12
II.3 Physiologie de la descente du lait .....	13
II .4 Les mécanismes de défense mammaire .....	14
II .4.1 Les défenses anatomiques.....	14
II.4.2 Les défenses cellulaires.....	14
II.4.3 Les défenses non cellulaires.....	15
<b>Chapitre III : Les mammites.....</b>	<b>17</b>
III.1 Définition.....	17
III.2 Classification des mammites et aspects cliniques .....	17
III.2.1 Mammites cliniques.....	17
III.2.1.1 Mammite suraiguë .....	18
III.2.1.2 Mammites aiguës :.....	18
III.2.1.3 Mammites subaiguë .....	18
III.2.1.4 Les mammites chroniques .....	19
III.2.2 Les mammites subcliniques.....	19
III.3 Dynamique de l'infection du troupeau.....	20
III.4 Étiologie des mammites bovines .....	20
III.4.1 Caractéristique générale.....	20
III.4.2 Classification des agents pathogènes.....	21
III.4.2.1 Classification selon le comportement épidémiologique :.....	21
III.4.2.1.1 Les agents pathogènes de la mammite contagieuse.....	21
III.4.2.1.2 Les agents pathogènes de la mammite environnementale.....	22
III.4.2.1.3 Les agents pathogènes opportunistes de la peau des trayons .....	22
III.4.2.2 Classification selon leur pathogénicité .....	22
III.4.2.2.1 Espèces pathogènes majeures :.....	22
III.4.2.2.2 Les agents pathogènes mineurs .....	22
III.4.2.2.3 Les agents pathogènes rares de la mammite.....	23
III.5 Les mammites à Staphylococcus aureus : .....	23
III.5.1 Introduction .....	23
III.5.2 Taxonomie .....	23
III.5.3 Caractères bactériologiques :.....	24
III.5.4 Facteur de virulence de Staphylococcus aureus .....	24

III.5.4.1	Constituants de la paroi cellulaire.....	25
III.5.4.2	Toxine et enzymes extracellulaire .....	26
III.5.4.3	Le biofilm chez <i>Staphylococcus aureus</i> .....	27
III.5.5	Le cycle infectieux.....	27
III.5.6	La réponse immunitaire à <i>S. aureus</i> dans la glande mammaire.....	28
III.5.7	Caractère culturaux de <i>S. aureus</i> .....	28
III.6	Diagnostic des mammites en élevage bovin laitier .....	29
III.6.1	Diagnostic clinique .....	29
III.6.2	La conductivité électrique du lait .....	29
III.6.3	Concentrations cellulaires somatiques du lait.....	30
III.6.3.1	Concentration cellulaire individuelle (CCI).....	30
III.6.3.2	Taux cellulaire de tank (TCT) ou numération cellulaire de tank (NCT).....	30
III.6.4	le Californian Mastitis Test (CMT).....	31
III.6.4.1	Principe du test.....	31
III.6.4.2	Réalisation du test.....	32
III.6.4.3	Interprétation du test.....	32
III.6.4.4	Avantages et inconvénients du test CMT .....	33
III.6.4.5	Les analyse de laboratoire.....	33
III.6.4.5.1	Isolement et identification des souches <i>Staphylococcus aureus</i> .....	33
III.7.	La sensibilité aux mammites .....	34
III.8	Le traitement de la mammite subclinique.....	35
III.9	La prévention de la mammite .....	36
<b>Chapitre IV : Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.....</b>		<b>37</b>
IV.1	Introduction .....	37
IV.2	Objectif.....	37
IV.3	Prévalence des mammites subclinique due au <i>staphylococcus aureus</i> .....	38
IV.3.1	En Algérie.....	38
IV.3.2	Dans le monde .....	40
IV.4	Facteurs de risques associés .....	41
IV.4.1	La relation entre la mammite subclinique et l'âge .....	41
IV.4.2	La relation entre la mammite subclinique et la race.....	42
IV.4.3	La relation entre la mammite subclinique et le rang de lactation.....	42
IV.4.4	La relation entre la mammite subclinique et le stade de la lactation.....	42
IV.4.5	Facteurs liés à la traite et à la machine à traire.....	44

IV.4.5.1 Propreté des mains du trayeur avant la traite .....	44
IV.4.5.2 Etablir un ordre de traite .....	44
IV.4.5.3 Préparation de la mamelle et des trayons .....	44
IV.4.5.4 Effets de la machine à traire .....	47
IV.5 Traitement des mammites subcliniques.....	48
IV.6 Antibiorésistance .....	48
<b>Conclusion et Perspective .....</b>	<b>53</b>
<b>Références Bibliographique .....</b>	<b>55</b>
<b>Annexes</b>	

## Liste des figures

<b>Figure 1 : Répartition des effectifs par espèce en Algérie (anonyme 2 ,2020).....</b>	<b>4</b>
<b>Figure 2 : Production laitière en Algérie 2010-2015 (MADRP ; 2016).....</b>	<b>9</b>
<b>Figure 3 : système de support de pis de vache (Michel A. Wattiaux ,2009).....</b>	<b>11</b>
<b>Figure 4 : Structure interne d'une glande mammaire de vache (Nathan, 1999).....</b>	<b>12</b>
<b>Figure 5 : L'anatomie et la physiologie de l'éjection du lait (Senger, 2005).....</b>	<b>13</b>
<b>Figure 6 : Motif de l'infection intra mammaire dans un troupeau laitier (Andrews et al., 2008).....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 7 : Morphologie cellulaire de Staphylococcus aureus observée en microscopie électronique à balayage (Grosjean et al., 2011).....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 8 : Cycle infectieux présumé de S. aureus dans la glande mammaire (d'après Sinha et al., 2012).....</b>	<b>28</b>
<b>Figure 9 : Les facteurs épidémiologiques influençant la mammites, étiologie et la physiopathologie (Contreras et al., 2011).....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 10 : Schéma ALARME appliqué aux mammites (Bourachot Mathilde,2017).....</b>	<b>36</b>
<b>Figure 6 : Motif de l'infection intra mammaire dans un troupeau laitier (Andrews et al., 2008).....</b>	<b>20</b>
<b>Figure 7 : Morphologie cellulaire de Staphylococcus aureus observée en microscopie électronique à balayage (Grosjean et al., 2011).....</b>	<b>24</b>
<b>Figure 8 : Cycle infectieux présumé de S. aureus dans la glande mammaire (d'après Sinha et al., 2012).....</b>	<b>28</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 : Evolution de l'effectif des vaches laitières (2015-2006).....</b>	<b>5</b>
<b>Tableau 2 : Types cellulaires rencontrés dans la glande mammaire saine et infectée (Boutet et al., 2006) .....</b>	<b>15</b>
<b>Tableau 3: Différents caractères bactériologiques de Staphylococcus aureus (Benhamed, 2014).....</b>	<b>24</b>
<b>Tableau 4 : Facteurs liés aux Constituants de la paroi cellulaire de virulence de S. aureus (Cheung, 2001).....</b>	<b>25</b>
<b>Tableau 5 : Facteurs liés aux Toxine et enzymes extracellulaire de virulence de S. aureus .....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau 6 : Lecture et interprétation du test CMT (Cockcroft, 2015) .....</b>	<b>32</b>

## Liste des abréviations

ADN : L'acide désoxyribonucléique

BLA : Bovin Laitier Amélioré

BLL : Bovin Laitier Local

BLM : Bovin Laitier Moderne

CCSI : Comptage Cellulaire Somatique Individuelle

Cmt : LE CALIFORNIAN MASTITIS TEST (CMT)

CS : comptage des cellules somatiques

Mb : mégabase

pH<sub>opt</sub> : Le potentiel hydrogène optimum

Pvl : Leucocidine de Panton-Valantine

S. aureus : Staphylococcus aureus

t° : température

µm : micromètre

## Introduction

Les produits : (Lait-viande) de l'espèce bovine sont le résultat d'un long cycle biologique. L'espèce bovine demeure la principale source de production de lait. C'est-à-dire d'un aliment complet offrant la protéine la moins chère (Bouregba, 1992).

L'Algérie est le premier consommateur laitier du Maghreb estimé à 5,6 milliards de litres et le troisième importateur mondial de la poudre de lait (Anonyme 1, 2019). La consommation moyenne de lait est de 147 L/habitant/an (Makhlouf et al., 2015). Afin de réduire les coûts d'importation, les pouvoirs publics ont opté pour l'importation massive de vaches laitières. La production a certes augmenté mais elle reste en deca des prévisions en raison des problèmes de gestion et des pathologies (Boufaïda et al., 2012).

La rentabilité d'un élevage dépend de la maîtrise de l'alimentation et du contrôle de certaines pathologies comme les infections mammaires (Gambo et Angem et Hike, 2001).

La mammite bovine est la maladie la plus courante affectant les troupeaux laitiers à travers le monde (El-Ashker et al., 2015). La forme subclinique de la maladie est la plus persistante et est largement répandue (Coulona et al., 2002). Bien qu'elle ne se manifeste pas par des changements visibles dans la glande mammaire et dans le lait ; elle provoque une augmentation dans les cellules somatiques. Par conséquent, elle n'est pas facilement reconnue par les agriculteurs et peut conduire à d'importantes pertes de production (Hovinen et al., 2011). Les vaches souffrant d'infections subcliniques doivent être considérées comme une source à de nouvelles infections au sein des troupeaux (Dieser et al., 2014).

La mammite subclinique est la plus répandue et pose beaucoup de problèmes, de par la difficulté de sa détection qui rend le traitement difficile. Elle est à l'origine de pertes économiques considérables en raison de son évolution silencieuse. En plus de ces pertes économiques qui ont une apparence directe, les mammites engendrent des conséquences sur le plan sanitaire par la transmission des agents pathogènes pour l'homme causant différentes maladies et même des toxi-infections collectives, ajoutant à cela le problème de l'antibiorésistance engendré par la consommation de lait qui contient les résidus d'antibiotiques (M'Sadek et al, 2014).

*Staphylococcus aureus* reste l'un des organismes les plus importants associés à la mammite subclinique bovine contagieuse, non seulement en Algérie, mais dans le monde entier. De toutes les bactéries qui peuvent entrer dans la mamelle et provoquer la mammite, *Staphylococcus*

*aureus* est non seulement répandue, mais aussi l'un des plus difficiles à traiter (Maga 2005). Cette maladie est considérée comme une maladie de la production la plus fréquente et la plus coûteuse dans les troupeaux laitiers des pays développés (Benhamed et al., 2011).

Notre travail est présenté en deux parties : la première partie est une bibliographie qui aborde la situation de l'élevage bovin laitier en Algérie, et les mammites en général. La deuxième partie est une revue dont l'objectif est la collecte des principaux résultats trouvés en Algérie et dans différentes régions à travers le monde concernant la prévalence, facteurs de risques et traitement des mammites subclinique ainsi le phénomène de l'antibiorésistance.



### **Chapitre I**

#### **Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie**

##### I.1. Elevage bovin

L'élevage bovin assure d'une part une bonne partie de l'alimentation humaine par la production laitière et la production de la viande rouge et d'autre part, il constitue une source de rentabilité pour les producteurs et les agriculteurs (Bouras, 2015). Surtout La production laitière qui occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens. Il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale (Senoussi, 2008).

L'étude de la situation de l'élevage bovin en Algérie, ne peut se faire que dans son contexte naturel, celui de l'agriculture. En effet, la progression de l'élevage est liée au développement de l'agriculture dans son ensemble ; car, il est impossible de dissocier élevage, agriculture et sylviculture (Benabdeli, 1997). Ainsi, l'activité agricole est souvent combinée avec l'élevage et l'exploitation des forêts, ceci correspond aux systèmes agro-sylvo- pastoraux traditionnels (Skouri, 1993).

En outre, l'élevage bovin algérien ne constitue pas un ensemble homogène ; les données relatives au mode de conduite du cheptel dans les exploitations laitière sont rares et inaccessible (Djermoun, 2011) ; De plus, il est conditionné par un ensemble de particularités qui semble contraignant pour son développement à savoir : une aridité du climat, une superficie agricole utile qui a tendance à se rétrécir par rapport à la population (0.27ha/hab), et le morcellement des terres qui prend des proportions inquiétantes notamment dans le Tell (nord algérien) (Bekhouche, 2011).

Cela s'est traduit par des pratiques de production extensives dans la conduite des élevages, caractérisées par une faible sole fourragère et l'utilisation d'un potentiel génétique local peu performant ; par conséquent, cette situation a accentué le phénomène de dépendance alimentaire en produits animaux (lait et viande) avec un recours massif aux importations (Bendiab et al., 2011).

##### I.1.1 Importance de l'élevage bovin

Malgré l'existence d'autres pratiques fortement implantées, notamment celle de l'élevage d'ovins, de caprins et de camélidés, l'élevage de bovin occupe la première position, il assure d'une part une bonne partie de l'alimentation humaine par la production laitière et la

## Chapitre I : Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie

production de la viande rouge (Cherif, 2014). D'autre part, il est fortement combiné avec l'agriculture, son évolution dépend du développement de l'agriculture (Benabdeli, 2000). Cependant, l'éleveur local est par tradition, plus orienté vers l'élevage des petits ruminants, que vers les bovins, ces derniers étaient autre fois exploitée surtout pour la traction animale, et à un degré moindre pour la viande et le fumier (Auriol, 1989).

En Algérie, l'élevage ovin prédomine, il représente 78% du total des effectifs (Figure01), suivi par les caprins 14%, puis l'élevage bovin qui représente seulement 6% de l'effectif globale dont 58% des vaches laitières (Anonyme 2, 2020).

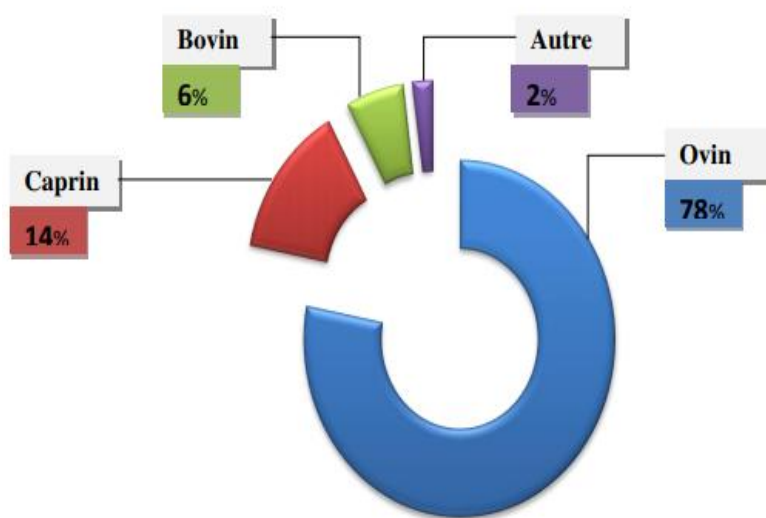


Figure 1 : Répartition des effectifs par espèce en Algérie ( anonyme 2, 2020)

### I.1.2 Evolution des effectifs de vaches laitières

L'effectif de vaches laitières (tableau 1) a connu une augmentation entre 2006 et 2014, de 847 640 têtes en 2006 à 1 072 512 têtes en 2014. L'effectif a chuté en 2015, et a atteint 915400 têtes.

Ces variations enregistrées sont dues à différentes causes qu'on peut énumérer comme suit : (Kherzat, 2006).

- Insuffisance des politiques de soutien à l'élevage et au développement des cultures fourragères.
- Insuffisance de la ressource en eau et du développement des périmètres irrigués.

## Chapitre I : Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie

- Insuffisances de la politique des prix du lait induisant le désintéressement des éleveurs pour la production laitière.
- Insuffisances dans la maîtrise de la conduite technique des élevages de manière intégrée.
- Longueur du cycle des sécheresses enregistrées ces dernières années.
- Apparition de plusieurs cas de maladies contagieuses (tuberculose...), ce qui a conduit parfois à des abattages forcés.
- Faiblesse de la vulgarisation agricole.
- Absence sur le terrain d'associations actives dans le domaine de l'élevage.

Tableau1- 1 :Evolution de l'effectif des vaches laitières (2015-2006)

Année	Vaches laitières (têtes)			Génisses + 12 mois
	B.L.M	BLA + BLL	TOTAL	
	1	2	3	4
2006	207 740	639 900	847 640	193 960
2007	216 340	643 630	859 970	198 780
2008	214 485	639 038	853 523	201 033
2009	229 929	652 353	882 282	205 409
2010	239 776	675 624	915 400	212 323
2011	249 990	690 700	940 690	218 382
2012	267 139	698 958	966 097	220 627
2013	293 856	714 719	1008 575	226 907
2014	328 901	743 611	1 072 512	246 758
2015	239 776	675 624	915 400	212 323

Source : I.T.E.L.V, 2016

### I.1.3 Répartition géographique

Le cheptel bovin est localisé dans la frange nord du pays (environ 80%), et particulièrement dans la région est, qui dispose de 53 % des effectifs ; alors que les régions centre et ouest, ne totalisent respectivement que 24.5 et 22.5 % des effectifs bovins. Une plus

## **Chapitre I : Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie**

---

grande disponibilité des prairies dans les wilayas de l'est, due à une meilleure pluviométrie, y explique largement cette concentration (Amellal, 1995).

### I.1.4 Systèmes de production bovine

L'élevage en Algérie ne constitue pas un ensemble homogène (Yakhlef, 1989), donc selon les types d'élevages on peut distinguer trois grands systèmes de production bovine :

#### I.1.4.1 - Système « extensif »

Le bovin conduit par ce système, est localisé dans les régions montagneuses et son alimentation est basée sur le pâturage (Adamou et al ,2005). Ce système de production bovine en extensif occupe une place importante dans l'économie familiale et nationale (Yakhlef, 1989).

Cet élevage est basé sur un système traditionnel de transhumance entre les parcours d'altitude et les zones de plaines. Il concerne les races locales et les races croisées et correspond à la majorité du cheptel national (Feliachi, 2003). La production laitière qu'assure ce système avoisine les 60% de la production globale (Yakhlef et al ; 2010).

#### I.1.4.2 - Système « intensif »

Grand consommateur d'intrants, ce système qui utilise le matériel génétique introduit (essentiellement Pie noir, Pie rouge, Holstein à fort potentiel de production est basé sur l'achat d'aliments, l'utilisation courante des produits vétérinaires et le recours à la main d'œuvre salariée, l'alimentation est à base de fourrages cultivés, utilisés en vert, en foin, parfois ensilé, et de paille et de concentré, achetés partiellement ou en totalité. Un complément concentré est régulièrement apporté. Les fourrages verts sont assez peu disponibles car dans la majorité des élevages bovins, l'exploitation ne dispose pas ou dispose de très peu de terre (ANGR). La plupart des élevages bovins sont en hors sol.

Le système intensif se localise dans les zones à fort potentiel d'irrigation et autour des grandes villes, il assure 40% de la production total de lait (Yakhlef et al ; 2010).

#### I.1.4.3 - Système « semi intensif »

Ce système est localisé dans l'Est et le Centre du pays, dans les régions de piémonts. Il concerne le bovin croisé (local avec importé) (Adamou et al., 2005). Ce système est à tendance viande mais fournit une production laitière non négligeable destinée à l'autoconsommation et parfois, un surplus est dégagé pour la vente aux riverains. Jugés médiocres en comparaison avec les types génétiques importés, ces animaux valorisent seuls ou conjointement avec l'ovin et le

## **Chapitre I : Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie**

---

caprin, les sous-produits des cultures et les espaces non exploités. Ces élevages sont familiaux, avec des troupeaux de petite taille, le recours aux soins et aux produits vétérinaires est assez rare (Feliachi, 2003).

La majeure partie de leur alimentation est issue des pâturages sur jachère, des parcours et des résidus de récoltes et comme compléments, du foin, de la paille et du concentré (Adamou et al., 2005).

### I.1.5 Races bovines exploitées

On distingue trois catégories ;

#### I.1.5.1 Bovin laitier local (BLL)

Le bovin local appartiendrait à un seul et même groupe dénommé Brune de l'Atlas. Les populations qui composent la Brune de l'Atlas, se différencient nettement du point de vue phénotypique, dont on distingue quatre variantes, la Guelmoise, la Cheurfa, la Sétifienne et la Chélifienne (Feliachi, 2003).

Cette catégorie ne produit pas beaucoup de lait, en moyenne trois à quatre litres par jour et une durée de lactation ne dépassant pas les cinq mois. sa production est surtout destinée à l'alimentation des veaux (ITELV, 2010)

#### I.1.5.2 Bovin laitier amélioré (BLA)

Ce cheptel que l'on désigne sous le vocable de bovin local amélioré (BLA), recouvre les divers peuplements bovins, issus de multiples croisements, entre la race locale Brune de l'Atlas et ses variantes d'une part, et diverses races importées d'Europe, d'autre part (Yakhlef, 1989).

#### I.1.5.3 Bovins laitiers modernes (BLM)

Ces animaux sont constitués de races importées principalement de pays d'Europe, dont l'introduction avait débuté avec la colonisation du pays (Eddebbbarh, 1989), comprend essentiellement les races : Montbéliarde, la Frisonne pie noire, la Holstein, la Brune des Alpes (Feliachi, 2003). Le potentiel génétique de ces animaux n'est pas toujours pleinement valorisé, en raison des conditions d'élevage et d'encadrement (Bencharif, 2001 ; Ferah, 2000 ; Eddebbbarh, 1989).

# **Chapitre I : Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie**

---

## I.2 Filière lait

La filière lait est peut-être définie, comme l'ensemble des segments qui vont, de la production du lait cru, à la ferme, jusqu'à sa consommation, en passant par les transformations industrielles et la distribution sur le marché. Elle constitue un secteur stratégique de la politique agricole algérienne, notamment pour son rôle de fournisseur de protéines animales face à une croissance démographique galopante, ainsi que pour son rôle de créateur d'emploi et de richesse (Ouakil et Yakhlef, 2003). En Algérie, la filière lait est structurée sur quatre maillons :

- Production
- Collecte
- Transformation
- Consommation (Meribai et al, 2016)

L'Algérie est considérée comme l'un des grands pays consommateurs en ce qui concerne le lait et ces dérivés, et cela est dû aux traditions alimentaires, à la valeur nutritive du lait, à sa substitution aux viandes relativement chères et le soutien de l'Etat, qui sont autant de paramètres qui ont dopé la demande. Une demande qui ne peut être satisfaite par la production laitière nationale. Celle-ci a atteint environ 3 milliards de litres en 2011, soit un accroissement de 84% par rapport à l'année 2000 ; année de lancement du plan national de développement agricole (PNDA). (Kacimi El Hassani, 2013). La consommation de lait a connu une augmentation rapide, elle passe successivement de 54 l/hab/an en 1970 à 112 l/hab/an en 1990, pour atteindre les 120L de nos jours (Kacimi El Hassani, 2013).

### I.2.1 Evolution de la production laitière

La production laitière a connu une progression remarquable entre 2005 et 2015 passant de 2.744.653 000 L à 3.722.557.000 L en 2015, soit une croissance de 37%, cette progression est due principalement à l'importation des vaches laitières et à l'évolution notable de la structure des élevages bien conduits, représentant plus de 10.000 exploitations moyennant 12 VL. (ITELV, 2015).

A noter que la production nationale laitière nationale ne couvre qu'environ 40% de la demande. L'essentiel de la production est assuré par le cheptel bovin laitier à hauteur de 80%. (Kacimi El Hassani, 2013).

## Chapitre I : Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie

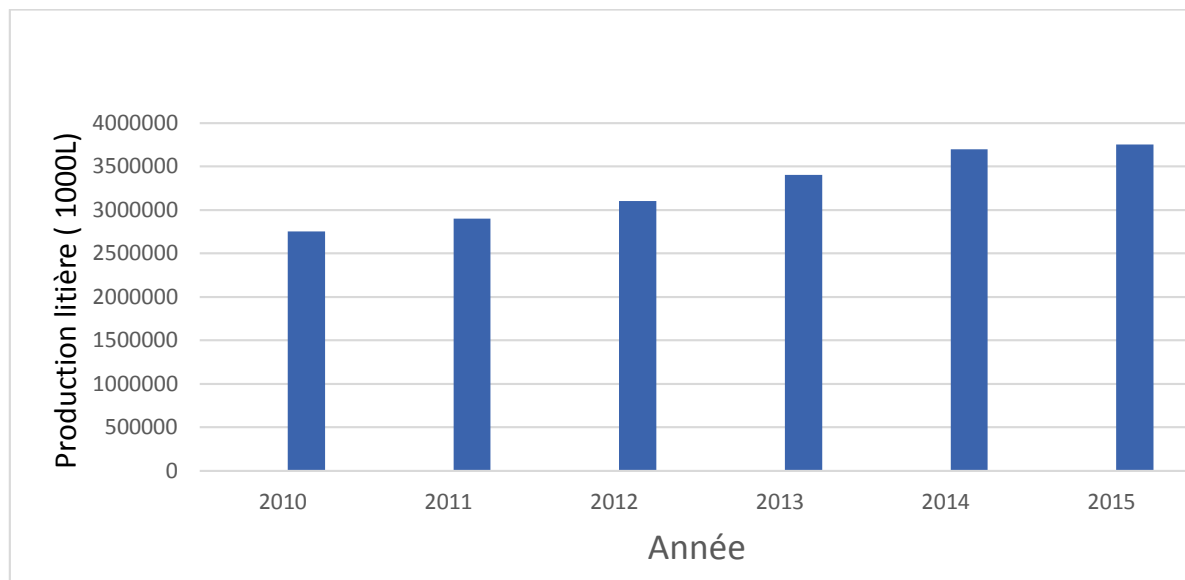


Figure 2 : Production laitière en Algérie 2010-2015 (MADRP ; 2016)

### I.2.2 Contraintes de la filière lait en Algérie

La mise en place d'une filière laitière efficace, hygiénique et économique constitue un sérieux défi dans de nombreux pays en développement. En Algérie elle est exposée à des contraintes structurelles qui gênent son fonctionnement, parmi celle-ci :

- Les difficultés à établir un système viable de collecte et de transport du lait en raison des petites quantités de lait produites par exploitation et de l'éloignement des sites de production ;
- La saisonnalité de la production laitière ;
- Les mauvaises infrastructures de transport ;
- La technologie et les connaissances insuffisantes en termes de collecte et de transformation du lait ;
- La mauvaise qualité du lait cru ;
- Les distances entre les sites de production, les unités de transformation et les consommateurs ;
- Les difficultés à établir des installations de refroidissement (Cherif, 2014).

### I.2.3 Perspectives de développement :

Les perspectives de développement nécessitent qu'il y ait une organisation parfaite et une réglementation rationnelle des activités de l'élevage bovin, l'augmentation de la productivité ne pourra être poursuivie que si une émergence des personnes de la profession est

## **Chapitre I : Situation de l'élevage bovin et filière lait en Algérie**

---

favorisée. Pour une bonne amélioration de la filière lait aussi bien sur le plan technique qu'économique l'appui doit se faire selon (Amellal., 2000) sur les points suivants :

a) Amélioration du cheptel :

- Importation des génisses de qualité pour accroître l'effectif
- Amélioration des étables et l'alimentation
- Meilleure maîtrise de la reproduction (insémination artificielle, gestation...)

b) Le développement de la sole fourragère : qui constitue le vecteur essentiel d'une bonne production laitière :

- Production de fourrage en sec ou en vert d'ensilage.

c) Développement du tissu industriel :

- Création de nouvelles laiteries
- Rénovation du matériel vétuste
- Accroissement des capacités national de transformation
- L'Augmentation du taux d'intégration de la production de lait cru

d) Installation d'un réseau dense de centres de collecte :

- Augmentation du nombre d'éleveurs adhérents.
- Renforcement des capacités de collecte.

e) Mise en place de partenariat entre pays du Nord et du Sud de la méditerranée pour bénéficier de la compétence et de la notoriété d'entreprises à dimensions internationales.

En fin pour assurer la pérennité de la filière lait, trois principes de bases doivent être respectés :

- Encourager de façon durable les producteurs de lait par une batterie de mesures incitatives aussi bien au niveau de l'investissement que de l'exploitation ;
- Rétablir les marges bénéficiaires des différents intervenants dans la filière laitière en fonction des prix actuels de toutes les composantes du prix de revient ;
- Pratiquer une politique de prix proportionnelle à la qualité des produits livrés par les éleveurs, actuellement déplorable à tous points de vue (falsification par adjonction d'eau, taux élevé de bactéries) afin de préserver la qualité top niveau du lait et de promouvoir l'exportation dès que l'autosuffisance sera réalisée.



### Chapitre II

### Anatomie et physiologie de la mamelle

#### II.1 Introduction

La mamelle est un organe glandulaire, propre aux femelles des mammifères placentaires, glande annexe de l'appareil reproducteur. Elle est spécialisée dans la fonction de sécrétion du lait et du colostrum (Tchassoutn, 2009).

#### II.2 Anatomie de la mamelle

Le pis de la vache est composé de deux paires de mamelles séparées par le sillon inter mammaire, formant quatre quartiers. La division entre les quartiers avant et arrière est faite par une fine membrane conjonctive. Chaque quartier est indépendant anatomiquement des autres (Delaval, 2010).

Le pis est maintenu en suspension par deux types de lames (Figure 1) : les lames latérales qui s'insinuent sur la tunique abdominale (elles assurent une stabilité transversale) et les lames médiales qui s'adossent deux à deux (quartiers gauches contre quartiers droits). Elles forment le ligament suspenseur du pis (Blowey et *al.*, 2010).

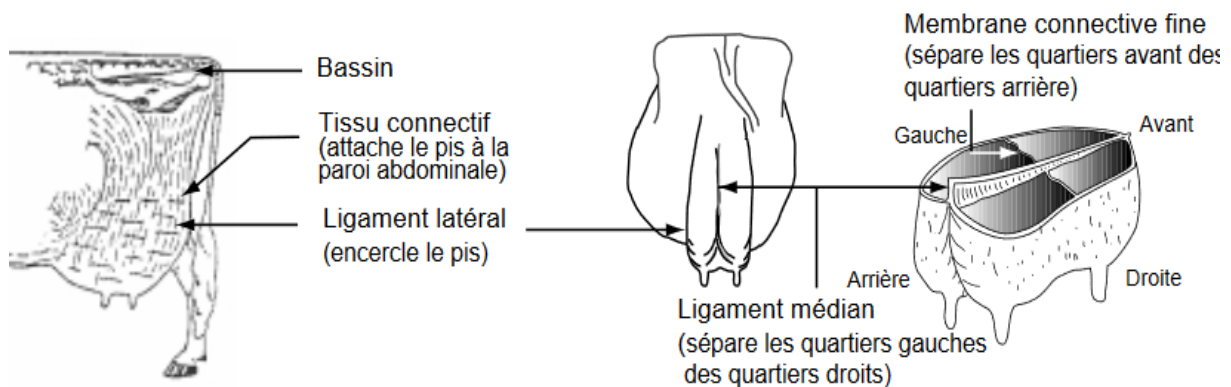


Figure 3 : système de support de pis de vache (Michel A. Wattiaux ,2009)

Chaque quartier comporte 2 tissus différents, l'un est purement glandulaire : une structure transitoire qui ne se forme qu'au cours de la gestation, produit le lait pendant la lactation et disparaît après le sevrage ou tarissement, cette structure est divisée en lobes, eux même divisés en lobules. L'autre qui entoure le premier est un tissu conjonctif puissant qui assure le maintien et la suspension de la mamelle (Cauty et Perrau, 2003).

## Chapitre II : Anatomie et physiologie de la mamelle

### II.2.1 Le système alvéolaire

Le lait est sécrété dans des vésicules appelées alvéoles ou acini. Organisées en grappes, elles sont entourées d'un tissu conjonctif et adipeux très vascularisé appelé stroma. Elles s'ouvrent sur des arborisations canaliculaires : les canaux galactophores qui drainent le lait de son lieu de sécrétion vers la citerne du pis et le trayon. L'alvéole est entouré extérieurement par une trame de cellules myo-épithéliales et intérieurement par une couche de cellules cuboïdales : les lactocytes qui sont le lieu de synthèse du lait. Chaque alvéole irrigue la citerne de la glande via des canaux galactophores (Figure2). (Frandsen et al., 2009).

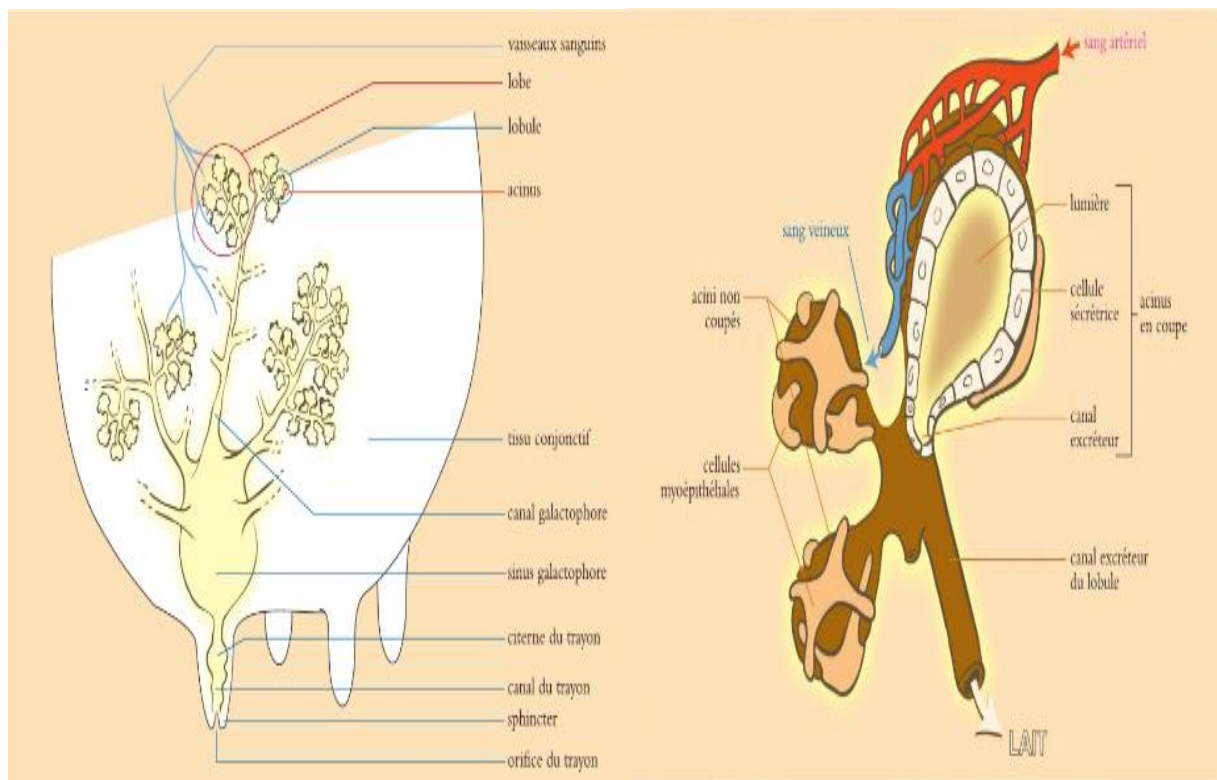


Figure 4 : Structure interne d'une glande mammaire de vache (Nathan, 1999)

### II.2.2 Vascularisation et innervation

**Vascularisation :** La vascularisation de la mamelle est dense. Elle permet d'apporter en continu tous les nutriments et hormones nécessaires à la synthèse et à l'éjection du lait et d'éliminer les déchets issus du métabolisme mammaire (Guinard et al., 1994).

**Drainage lymphatique :** Le réseau lymphatique mammaire est constitué de vaisseaux lymphatiques et de ganglions, Les vaisseaux lymphatiques mammaires ont trois fonctions principales: maintenir l'équilibre osmotique dans la mamelle en drainant les fluides interstitiels vers le réseau sanguin, transporter les cellules immunitaires (en particulier des lymphocytes et des macrophages) produites par les ganglions au contact des éléments exogènes et transporter

## Chapitre II : Anatomie et physiologie de la mamelle

certaines éléments, comme la vitamine K et certains lipides (Degueurce, 2004 ; Crevier-Denoix, 2010).

Innervation : comparée à d'autres tissus, la glande mammaire est peu innervée (Clementine Charton, 2017).

### II.3 Physiologie de la descente du lait

Toute stimulation tactile des trayons déclenche immédiatement un influx nerveux en direction du système nerveux central. Une fois stimulée, la posthypophyse libère l'hormone ocytocine. Cette hormone, transportée par voie sanguine, 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. Un deuxième réflexe nerveux autonome local qui a pour effet une dilatation des canaux galactophores et du sphincter des trayons, avec augmentation du débit sanguin du pis. L'éjection des premiers jets de lait représente la meilleure stimulation tactile des trayons avant la traite. La descente du lait peut également être déclenchée par des stimuli visuels ou auditifs (vue du veau) (Amstalden et al., 2015).

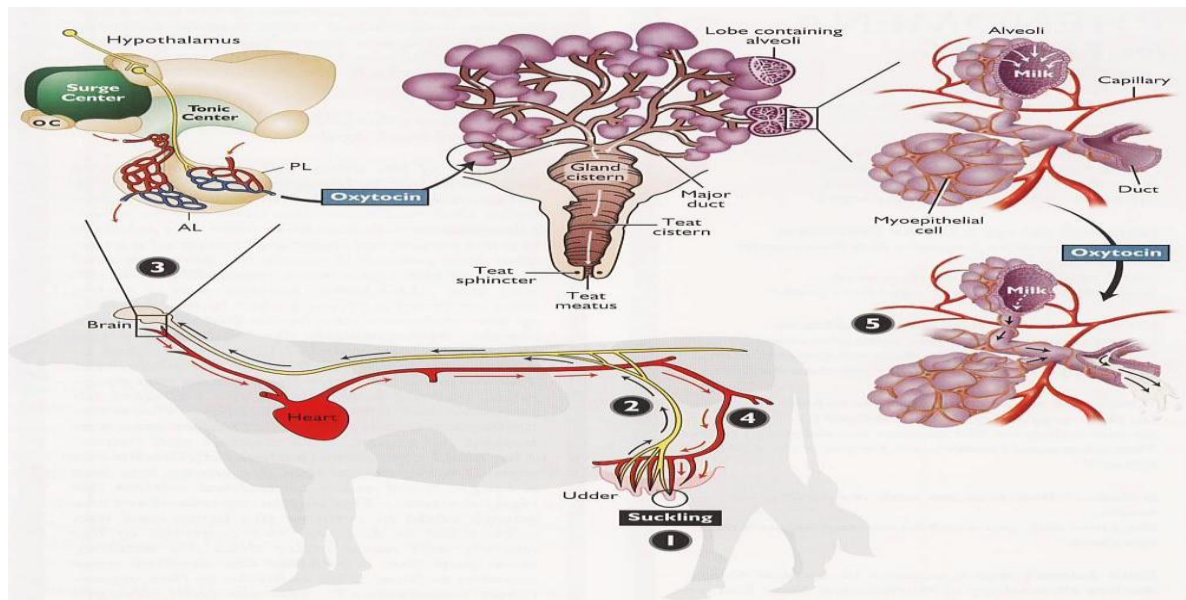


Figure 5 : L'anatomie et la physiologie de l'éjection du lait (Senger, 2005)

- 1) Le mécanisme d'éjection du lait est initié par une stimulation (l'allaitement ou la traite).
- 2) Le trayon contient des neurones sensoriels et des impulsions de ces neurones se déplacent à travers les nerfs afférents à l'hypothalamus.
- 3) Les nerfs dans les noyaux para-ventriculaires sont stimulés, et les terminaux dans le lobe postérieur de l'hypophyse libèrent l'ocytocine.

## **Chapitre II : Anatomie et physiologie de la mamelle**

---

4) L'ocytocine pénètre ensuite dans le sang et il est délivré à la glande mammaire.

5) Les cellules cibles pour l'ocytocine sont les cellules myoépithéliales qui entourent l'alvéole. La contraction de ses cellules provoque l'impulsion et la sortie du lait à partir des alvéoles vers les petits conduits et ensuite dans les conduits plus larges (Senger, 2005).

### II .4 Les mécanismes de défense mammaire

#### II .4.1 Les défenses anatomiques

La structure anatomique de la glande mammaire est la première ligne de défense contre l'invasion des microorganismes pathogènes. L'infection survient lorsque les bactéries sont capables de gagner l'entrée de la glande mammaire via le canal du trayon. Pour cette raison, l'extrémité du trayon est considérée comme la première ligne de défense contre les agents pathogènes envahisseurs (Sordillo, 2005).

La forme conique du canal du trayon (sa partie proximale est plus large que la distale) et la contraction du sphincter permettent l'absence de lait résiduel dans celui-ci. La fermeture du sphincter prend au minimum 30 minutes. Le sphincter fermé est étanche et empêche la pénétration des bactéries (Rémy, 2010).

L'épithélium stratifié du canal du trayon produit de la kératine qui emprisonne les bactéries et permet leur élimination. En effet, lors de l'éjection des premiers jets de lait une partie de la couche de kératine est évacuée (Blowey et Edmondson, 2010).

#### II.4.2 Les défenses cellulaires

La pénétration d'agents pathogènes dans la mamelle entraîne une réponse immunitaire cellulaire et biochimique. L'inflammation joue un rôle important permettant le passage de ces cellules du sang vers la mamelle (Oviedo-Boyso et al., 2007).

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 prédominent (tableau 1). Ces cellules sont aussi appelées des cellules somatiques par opposition aux germes exogènes. Dans les sécrétions de la glande mammaire saine, les cellules prédominantes sont les macrophages. On suppose que ces populations de cellules "résidentes" sont bénéfiques pour les vaches laitières, puisque les macrophages de lait sont en principe susceptibles d'initier la réponse inflammatoire en phagocytant le pathogène. Après la phagocytose des bactéries, les macrophages sont capables de sécréter des facteurs qui sont

## Chapitre II : Anatomie et physiologie de la mamelle

chimiotactiques (cytokines) pour les neutrophiles du sang, et vont favoriser leur recrutement vers le site de l'infection (Risco et Melendez, 2011).

Tableau2- 1: Types cellulaires rencontrés dans la glande mammaire saine et infectée (Boutet et al., 2006)

Quartiers	Taux de cellules somatiques du lait (cellules/ml de lait)	Composition cellulaire (%)			
		Macrophages	Neutrophiles	Lymphocytes	Cellules Épithéliales
Quartier sain	< 200 000	66-88	0-11	10-27	0-7
Quartier infecté	> 200 000	9-32	50-95	14-24	0-9

Les macrophages et 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. (Rémy, 2010 ; Blowey et Edmondson, 2010).

Les cellules épithéliales de la glande mammaire, qui sont la première ligne, pourrait démarrer la réaction inflammatoire très tôt après la pénétration des bactéries dans le lait, la stimulation de l'épithélium par les bactéries, est soit par contact direct (adhésion) ou via les métabolites irritants ou les toxines. Les cellules épithéliales réagissent en synthétisant la chimiokine, une molécule douée avec des propriétés chimiotactiques pour les neutrophiles, et en considère que ces cellules effectrices de l'immunité non spécifique (Rainard et al., 2003).

### II.4.3 Les défenses non cellulaires

Le complément est un autre composant de l'immunité innée et se compose d'un ensemble de protéines présentes dans le sérum et le lait. Les concentrations de complément sont les plus élevées dans le colostrum, et les glandes mammaires enflammées (Aitken et al., 2011).

En revanche le complément n'est généralement pas considéré comme un système antimicrobien significatif dans le lait de bovin à cause de ses concentrations faibles (Rainard, 2003).

Les immunoglobulines sont en faible concentration dans le lait sain, mais leur concentration augmente rapidement lors d'une infection. Elles proviennent de la synthèse dans la mamelle, par les plasmocytes, et majoritairement de la circulation sanguine. Elles ont pour

## **Chapitre II : Anatomie et physiologie de la mamelle**

---

fonction d'opsoniser les bactéries, de neutraliser les toxines ou de se fixer sur les récepteurs bactériens impliqués dans l'adhérence aux cellules épithéliales (Sordillo et al., 2002).

La lactoferrine est une glycoprotéine reconnue dans le lait, et d'autres sécrétions épithéliales (Chaneton et al., 2008). Synthétisée par les cellules de l'épithélium glandulaire de la glande mammaire (Molenaar et al., 1996). Principalement reconnue comme une protéine bactériostatique et bactéricide grâce à sa capacité à se lier à la surface bactérienne. En conséquence, la lactoferrine est considérée comme un facteur pertinent dans les mécanismes de défense innée de la glande mammaire contre les infections intra mammaires (Chaneton et al., 2008)

La  $\beta$ -lactoglobuline est une autre protéine qui est présente dans la plupart des mammifères, mais est absente chez les humains. Cette protéine posséderait un effet inhibiteur sur la croissance de *Staphylococcus aureus* (Chaneton et al., 2011).

### Chapitre III

### Les mammites

#### III.1 Définition

C'est une inflammation d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle de la vache. Elle est généralement septique et provoquée la plupart du temps par une infection bactérienne. Des mammites aseptiques existent cependant, elles sont rares et provoquées par des traumatismes locaux, des toxiques ou des désordres physiologiques (Rémy, 2010).

Dans le langage courant, le terme « mammite » désigne donc les infections intramammaires bactériennes mais d'autres agents pathogènes peuvent occasionner des infections de la mamelle comme des levures ou des algues (Oviedo-boyso et al., 2007).

Cette inflammation est caractérisée par de nombreuses modifications observables directement dans le lait. L'une de ces modifications est l'augmentation du nombre de cellules somatiques dans le lait. Ce taux est retenu d'ailleurs aujourd'hui comme critère de la qualité sanitaire du lait (Oviedo-boyso et al., 2007). Cependant, la limite acceptable du nombre de cellules somatiques dans le lait peut varier en fonction du pays et les exigences des entreprises de transformation du lait (Markey et al., 2013).

C'est une maladie multifactorielle de la glande mammaire des vaches laitières, qui se produit dans la majorité des vaches au moins une fois par an (Hamann et al., 2010).

#### III.2 Classification des mammites et aspects cliniques

On distingue classiquement les mammites sans signes cliniques associées appelées « mammites subcliniques » et les mammites avec signes cliniques associées qualifiées de « mammites cliniques » (Rémy, 2010).

##### III.2.1 Mammites cliniques

Une mammite clinique se définit par la présence de signes cliniques, et en particulier de lait à l'aspect anormal. Le lait provenant du quartier atteint peut être d'aspect aqueux ou épais, coloré par du sang ou du pus, avec présence de grumeaux ou de caillots. Des signes d'inflammation peuvent également être visibles sur le quartier affecté avec un gonflement, de la rougeur, de la chaleur et/ou de la douleur. Enfin, dans certains cas, des signes généraux

## **Chapitre III : Les mammites**

---

peuvent être présents avec de la fièvre, de la déshydratation, de la faiblesse et une baisse d'appétit (Royster et al., 2015).

Ces mammites entraînent toujours d'importantes chutes de production. Quelquefois, la perte d'un quartier ou plusieurs quartiers qui conduisent à la réforme et exceptionnellement à la mort de l'animal. La sévérité et l'évolution de l'infection dépendent à la fois du pouvoir pathogène du microorganisme en cause et de l'efficacité des défenses immunitaires de l'hôte (Faroult, 2000).

Selon l'évolution, on distingue quatre types de mammites cliniques :

### III.2.1.1 Mammite suraiguë

D'apparition brutale et d'évolution rapide, elle se caractérise par une sécrétion lactée très modifiée (aspect séreux, aqueux, hémorragique, sanieux ou purulent), voire interrompue par la douleur. Les signes locaux sont très manifestes ; la mamelle très congestionnée. L'état général est fortement altéré et l'évolution vers la mort est fréquente en l'absence de traitement précoce (Shyaka, 2007).

Elle peut revêtir deux formes caractéristiques :

La forme paraplégique pouvant entraîner le décubitus de l'animal, elle est le plus souvent due à des coliformes et l'autre dite gangréneuse, se caractérisant par une nécrose rapide du quartier atteint après une phase d'intense inflammation et formation d'un sillon disjoncteur séparant les tissus vivants des tissus morts. Cette mammite est due le plus souvent au *Staphylococcus aureus* ou parfois à des bactéries anaérobies telles le genre *Clostridium* (Markey et al., 2013).

### III.2.1.2 Mammites aiguës :

C'est une inflammation brutale localisée au niveau de la mamelle. Les symptômes généraux sont peu marqués. La production laitière est modifiée en qualité et en quantité. L'évolution est plus lente. En l'absence de traitement, l'évolution vers la chronicité est fréquente. Cette mammite est déclenchée par différentes bactéries (Hanzen, 2009).

### III.2.1.3 Mammites subaiguë

Aucune réaction systémique et les changements dans la glande sont moins marqués ; on observe un lait légèrement séreux, avec présence de grumeaux (Markey et al., 2013).



## **Chapitre III : Les mammites**

---

### III.2.1.4 Les mammites chroniques

C'est une inflammation modérée mais persistante de la mamelle, évoluant lentement sur plusieurs mois, voire plusieurs années, parfois durant la vie entière de l'animal (Hanzen, 2009).

Elles sont secondaires à une mammite aiguë. La mamelle est modérément enflammée et devient atrophique avec zones d'induration à la palpation. L'évolution est lente vers un tarissement du quartier ou persistance de l'inflammation (Bareille et al., 1998).

### III.2.2 Les mammites subcliniques

Par définition, les mammites subcliniques sont asymptomatiques. Les animaux atteints ne présentent ni symptômes fonctionnels (pas de modification du lait), ni symptômes locaux (pas de signes externes d'inflammation), ni symptômes généraux. Ces mammites se traduisent uniquement par une réaction immunitaire mise en évidence indirectement par une augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait (Rémy, 2010 ; Bosquet et al., 2013).

Seul l'examen du lait au laboratoire permet de mettre en évidence des modifications chimiques (baisse du taux de caséines et de lactose, augmentation du taux de chlorures), bactériologiques (présence de germes) et surtout cellulaire du lait, en l'occurrence augmentation des cellules somatiques du lait (surtout les polynucléaires neutrophiles). Les germes en causes sont essentiellement à Gram positif (*staphylocoques et streptocoques*) (Anselme, 2007)

*Staphylococcus aureus* est connu pour causer un pourcentage élevé (jusqu'à 50% du cheptel) d'infections subcliniques dans les troupeaux laitiers (Markey et al., 2013).

Le stade subclinique peut évoluer pendant très longtemps parfois sur plusieurs lactations et aboutir à une fibrose plus ou moins importante des quartiers atteints (mammites clinique chronique) (Hanzen, 2015).

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

Les mammites subcliniques, beaucoup plus fréquentes que les mammites cliniques, sont insidieuses et responsables de pertes économiques importantes. (Noireterre, 2006).

## Chapitre III : Les mammites

### III.3 Dynamique de l'infection du troupeau

La Figure 4 illustre la dynamique de maladie affectant la mamelle au sein du troupeau. Les glandes mammaires peuvent être placées dans l'une des trois catégories : non infectées, une infection subclinique ou une infection clinique. Les proportions relatives des animaux dans ces catégories varient entre troupeaux. Le type de l'agent pathogène influe également sur la dynamique.

Pour par exemple, les infections coliformes ont tendance à devenir rapidement des infections cliniques, tandis que les infections à *Staphylococcus aureus* persistent souvent comme des infections subcliniques pendant des semaines ou des mois (Andrews et al., 2008). Pour chaque cas de mammite clinique, il y a en moyenne 20 à 40 cas de mammites subcliniques (Hanzen, 2015).

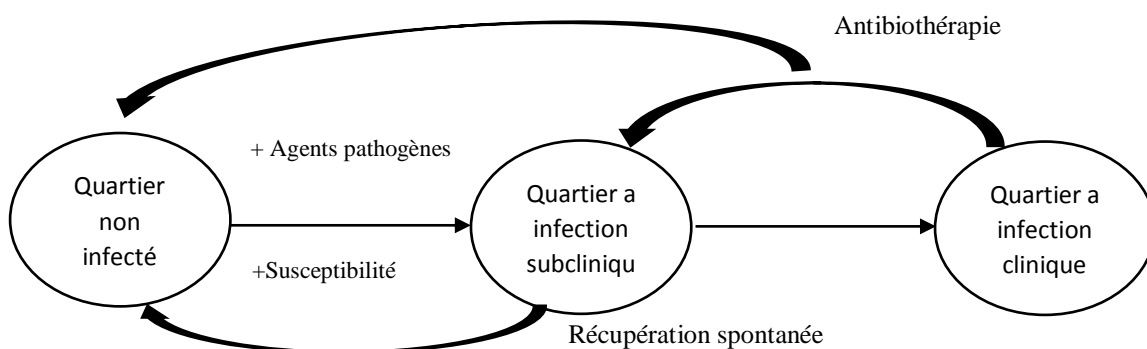


Figure 6 : Motif de l'infection intra mammaire dans un troupeau laitier (Andrews et al., 2008).

### III.4 Étiologie des mammites bovines

#### III.4.1 Caractéristique générale

Plus de 150 organismes différents ont été impliqués dans la mammite bovine, la majorité des cas sont causés relativement par un nombre réduit d'espèces (Green et al., 2012).

Les mammites bovines sont majoritairement d'origine bactérienne (Gedilaghine, 2005). L'infection de la mamelle se fait par voie exogène principalement, la voie endogène est décrite notamment pour les mycoplasmes (Berthelot et al., 2006). Généralement une seule espèce bactérienne est responsable de l'infection, très rarement, l'association de deux espèces. (Taponen et al., 2005 ; Labbe, 2007).

## **Chapitre III : Les mammites**

---

De nombreuses espèces bactériennes ont été isolées à partir de cas de mammite bovine clinique et subclinique, mais historiquement les *Staphylocoques*, les *Streptocoques* et les bactéries coliformes sont considérés comme les principaux pathogènes de la mammite à l'échelle mondiale (Thomas et al., 2015).

### III.4.2 Classification des agents pathogènes

#### III.4.2.1 Classification selon le comportement épidémiologique :

Les techniques microbiologiques ont permis une détermination précise de l'identité de la plupart des agents pathogènes de la mammite. Basés sur leur épidémiologie, ces agents pathogènes ont été classés comme : contagieux, opportunistes de la peau des trayons, et la mammite environnementale (Radostits et al., 2006).

##### III.4.2.1.1 Les agents pathogènes de la mammite contagieuse

La glande mammaire bovine est le principal réservoir d'agents infectieux qui causent la mammite contagieuse. La source de l'infection est généralement une glande mammaire infectée (Quinn et al., 2011).

Toutefois, les mains de trayeurs peuvent agir en tant que source de *S. aureus*. Il y a beaucoup de pathogènes pour la mammite contagieuse. Les plus courants sont *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus agalactiae*. La méthode de transmission prédominante est d'une vache contaminée à l'autre par manque de mesure d'hygiène de traite, le lait résiduel dans des gobelets trayeurs et l'équipement de traite inadapté (Radostits et al., 2006).

*Staphylococcus aureus* est probablement l'agent pathogène contagieux la plus classique et la plus fréquente dans les troupeaux laitiers aujourd'hui et est aussi probablement le plus redoutable à guérir, ce qui entraîne souvent une infection subclinique ou chronique et la nécessité d'abattre la vache touchée (Markey et al., 2013).

La transmission de l'infection se rapporte à des facteurs tels que la capacité d'un pathogène particulier pour survivre à l'hôte. Parce que les *streptocoques* et les *Mycoplasmes* sont sensibles aux influences de l'environnement, ils survivent pour des périodes beaucoup plus courtes en dehors de l'hôte que les *Staphylocoques*. La sévérité des réponses systémiques locales dans la mammite dépend directement des caractéristiques de virulence de l'agent pathogène (Quinn et al., 2011).

## **Chapitre III : Les mammites**

---

### III.4.2.1.2 Les agents pathogènes de la mammite environnementale

Les bactéries habituellement présentes dans l'environnement, en particulier *Escherichia coli* et *Streptococcus uberis*, sont les organismes les plus fréquemment isolés à partir de cas de mammite clinique dans de nombreux pays. La contamination de l'extrémité des trayons est un facteur prédisposant majeur pour le développement de la mammite environnementale (Quinn et al., 2011).

### III.4.2.1.3 Les agents pathogènes opportunistes de la peau des trayons

Leur épidémiologie d'infections diffère de ceux des agents pathogènes contagieux et environnementaux, et il est utile de les examiner dans une catégorie distincte. Les *Staphylocoques* à coagulase négative sont les plus communs pathogènes opportunistes de la peau des trayons (Radostits et al., 2006).

### III.4.2.2 Classification selon leur pathogénicité

Historiquement, ainsi que la classification des agents pathogènes par le comportement épidémiologique, les organismes ont également été classés comme agents pathogènes « mineurs » ou « majeure » ou « rares » de la mammite (Green et al., 2012).

#### III.4.2.2.1 Espèces pathogènes majeures :

Les germes pathogènes majeurs contagieux comprennent le *Streptococcus agalactiae* et *Staphylococcus aureus* et *Mycoplasma bovis* (Radostits et al., 2006 ; Hanzen 2009).

Les germes pathogènes majeurs d'environnement *Escherichia coli*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Klebsiella spp* (Hanzen, 2009).

La mammite causée par *S.aureus* est la plupart du temps moins sévère, mais peut éventuellement se transformer en une infection chronique avec une persistance tout au long de la vie de la bactérie.

#### III.4.2.2.2 Les agents pathogènes mineurs

Les agents pathogènes mineurs sont souvent associés à la colonisation du canal de trayon et sont des commensaux ordinaires de la peau des trayons, il n'est donc pas surprenant qu'ils soient aussi souvent isolés dans des échantillons de lait (Green et al., 2012). Ils causent rarement des mammites cliniques (Radostits et al., 2006). Les agents pathogènes mineurs ont

## **Chapitre III : Les mammites**

---

été caractérisés par leur propension à engendrer uniquement une réponse immunitaire douce (Green et al., 2012).

Les *Staphylocoques* à coagulase négative et *Corynebacterium bovis* sont considérés comme des agents pathogènes mineurs. (Hanzen, 2009).

### III.4.2.2.3 Les agents pathogènes rares de la mammité

Les cas individuels ou des flambées sporadiques de mammité sont causées par *Pseudomonas spp*, *Actinomyces pyogenes*, *Serratia spp*, ou d'autres agents pathogènes inhabituels (Harding et al., 1995).

### III.5 Les mammites à *Staphylococcus aureus* :

#### III.5.1 Introduction

Les *Staphylocoques* sont les principaux agents étiologiques de La mammité subclinique en raison de la fréquence et la large diffusion. *Staphylococcus aureus* est une bactérie fréquemment isolée dans le lait d'animaux atteint de mammité, et en fait un des 3 pathogènes les plus important (Zuniga et al., 2015).

*S.aureus* communément appelé le *staphylocoque doré*, est commensal de la peau et des muqueuses de l'Homme et des animaux à sang chaud. Chez la vache, la présence de lésions au niveau des trayons (plaies, gerçures, crevasses) ou au niveau de la mamelle (pyodermite d'échauffement par exemple) constituent des réservoirs important pour ce germe, de même la présence de crevasse dans les caoutchoues des manchons de traites constituent des réservoirs bien identifiés (Durel et al., 2004).

#### III.5.2 Taxonomie

Le nom *Staphylococcus* est dérivé du grec en : *staphylo* (grappe de raisin) et *coccus* (un grain ou de baies), donc *Staphylococcus* (Carl, 2014).

- Classe : *Bacilli*
- Ordre : *Bacillales*
- Famille : *staphylococcaceae*
- Genre : *staphylococcus*
- Espèce : *staphylococcus aureus* (Delarras, 2007)

## Chapitre III : Les mammites

### III.5.3 Caractères bactériologiques :

*Staphylococcus aureus* se divisant selon plusieurs plans dans l'espace de façon à former des amas irréguliers qui posse en amas. Cette bactérie non productrice de spores mais résistante, peut survivre longtemps sur des objets inanimés et secs, elle résiste aussi relativement bien à la chaleur, Flore résidente de la peau de l'homme et des animaux (Grosjean *et al.*, 2011).

Tableau 3- 1: Différents caractères bactériologiques de *Staphylococcus aureus* (Benhamed, 2014)

Morphologie	Regroupé en paire, tétrade ou amas réguliers, Immobile : non sporulé mais sont résistants à la dessiccation
Dimension (µm)	0.8-1
Taille du génome (Mb)	2.8-2.9
Type respiratoire	Aéro anaérobie facultatif
Type trophique	Chimioorganotrophe
Métabolisme	Fermentaire et/ ou respiratoire
Autres caractères	Catalase positive- oxydase négative Halophile- mésophile (37°C) et psychrophile (6-12°C) Neutrophile pH <sub>opt</sub> = 7



Figure 7 : Morphologie cellulaire de *Staphylococcus aureus* observée en microscopie électronique à balayage (Grosjean *et al.*, 2011).

### III.5.4 Facteur de virulence de *Staphylococcus aureus*

La plupart des constituants de la paroi sont impliqués dans la virulence de *S. aureus*. En plus des protéines de surface, la bactérie sécrète un panel de toxines et d'enzymes possédant chacune des caractéristiques bien définies, L'ensemble de ces protéines liées ou diffusibles contribue à la capacité de la bactérie à surmonter les défenses de l'hôte et à envahir, coloniser

## Chapitre III : Les mammites

et survivre dans les tissus. (Accarias, 2014).

### III.5.4.1 Constituants de la paroi cellulaire

L'Adhésion, la colonisation et l'invasion des tissus par les *S. aureus* sont fait par la Production de protéines de surface permettant d'adhérer aux épithéliums lésés, au collagène (cartilage, endocarde), à la fibronectine et au fibrinogène (caillots plasmatiques et matériaux implantés) (Rebaihi, 2012).

Tableau 3- 2: Facteurs liés aux Constituants de la paroi cellulaire de virulence de *S. aureus* (Cheung, 2001).

	Facteurs	Fonctions
Constituants de la paroi cellulaires	Clumping factor A	Adhésion au fibrinogène
	Clumping factor B	Adhésion au fibrinogène
	Coagulase	Liaison au fibrinogène
	Protéine Fib A	Liaison au fibrinogène
	Fibronéctine liée à la protéine A	Attachement à la fibronéctine
	Fibronéctine liée à la protéine B	Attachement à la fibronéctine
	Collagène lié à la protéine	Adhésion au collagène
	Elastine liée à la protéine	Liaison à l'élastine
	Protéine analogue MHC	Liaison à la protéine de la matrice extracellulaire (incluant fibronéctine, fibrogène vitrnectine, sialoprotéine osseuses et thrombospondine)
	Adhésion intracellulaire Polysaccharidique	Adhésion intracellulaire et formation de biofilm
	Protéine A	Invasion possible des défenses de l'hôte
	Polysaccharides capsulaires (types 1, 5 et 8)	Molécule Anti-phagocytose
	Entérotoxines A-E, H	Invasion des défenses de l'hôte avec des superantigènes, responsables des diarrhées associées à la nourriture
	Syndrome du choc Toxique toxine- 1	Invasion des défenses de l'hôte avec des superantigènes, responsables de TSS

## Chapitre III : Les mammites

Coagulase: protéine extracellulaire se liant à la prothrombine pour former la staphylothrombine, laquelle transforme le fibrinogène en fibrine et donc la production d'un caillot protecteur pour la bactérie (Rebaihi, 2012)

La protéine A : La protéine A se fixe sur le fragment Fc des immunoglobulines de classe G et M ce qui perturbe l'opsonisation et donc la phagocytose de la bactérie. Elle a un rôle dans le phénomène d'agrégation bactérienne et favorise le développement de biofilms, renforçant ainsi l'adhésion et la protection de la bactérie face à l'action des agents antimicrobiens produits par les cellules immunitaires (Accarias, 2014).

### III.5.4.2 Toxine et enzymes extracellulaire

Les *staphylocoques* sécrètent une quantité impressionnante de toxines et d'enzymes hydrolysant différents constituants cellulaires. Ces toxines et enzymes extracellulaire contribuent à la pathogénie des *staphylocoques* (Rebaihi, 2012).

Tableau 3- 3: Facteurs liés aux Toxine et enzymes extracellulaire de virulence de *S. aureus*

	Facteurs	Fonctions
Toxine et enzymes extracellulaires	Toxine exfoliative A, B	Invasion des défenses de l'hôte, agents responsables du syndrome de la peau ébouillantée
	Lipase	Invasion des défenses de l'hôte
	Protease V8	Invasion des tissus et modification des protéines de surface
	Leucocidine de Panton-Valentine	Invasion des défenses de l'hôte, lyse des phagocytes de l'hôte
	Staphylokinase	Invasion des défenses de l'hôte
	Hemolysine-a	Invasion des tissus, à partir des pores dans les membranes des cellules de l'hôte
	$\beta$ -hemolysine	Tissus invasion, sphingomyelinase
	$\delta$ -hemolysine	Potentialisation de la $\beta$ -hemolysine
	$\gamma$ -hemolysine	Potentialisation de la lyse des cellules de l'hôte
	Phospholipase C	Lyse cellulaire
	Elastase	Invasion des tissus
	Hyaluronidase	Invasion des tissus
	Lipase	Invasion des défenses de l'hôte



## **Chapitre III : Les mammites**

---

Lipases : *S. aureus* produit des enzymes appelées lipases qui détruisent les acides gras produits par les cellules hôte avant de causer des dommages au niveau de la membrane bactérienne (Rebaihi, 2012).

Staphylokinase : enzyme à action fibrinolytique (fragmentation du caillot en embols septiques et dissémination sanguine (Accarias, 2014).

Hyaluronidase : cette enzyme hydrolyse l'acide hyaluronique, substance fondamentale de la matrice du tissu conjonctif, ce qui permet la diffusion tissulaire des *S. aureus* (Makris et al, 2005).

Leucocidine de Panton-Valantine (*pvl*) : toxine formant des trous dans les polynucléaires, macrophages et monocytes (Rebaihi, 2012).

### III.5.4.3 Le biofilm chez *Staphylococcus aureus*

La formation d'un biofilm de *Staphylococcus* est un processus qui se déroule en deux phases. La première phase consiste en l'attachement initial des cellules sur une surface, et la seconde à la multiplication et à la formation d'une communauté structurée, mature et multicouche des cellules bactériennes. Ces deux phases sont physiologiquement différentes l'une de l'autre et requièrent chacune des facteurs spécifiques. Le détachement de cellules du biofilm mature permet la dissémination des bactéries et la colonisation de nouveaux sites d'infection (Otto, 2008).

Le biofilm joue un rôle très important dans la physiopathologie de certaines infections staphylococciques notamment dans la résistance aux antibiotiques et aux défenses immunitaires de l'hôte (Guillaume, 2014).

### III.5.5 Le cycle infectieux

La première étape du processus infectieux est la contamination du trayon. Le franchissement du canal du trayon, même par un très petit nombre de bactéries, leur donne accès à la lumière de la glande et suffit à induire une infection mammaire. Après l'entrée dans la lumière de la glande mammaire, les *staphylocoques* vont avoir la capacité de se répliquer dans le milieu lait. Les *Staphylocoques* isolés à partir de la mammite bovine ont la capacité de se lier à la fibronectine, le fibrinogène, et différents types de collagène. Les étapes suivant la multiplication intraciternale sont des étapes primordiales dans la survie et donc dans la persistance de *S. aureus* dans la mamelle. Ces étapes sont l'adhésion à l'épithélium des citernes

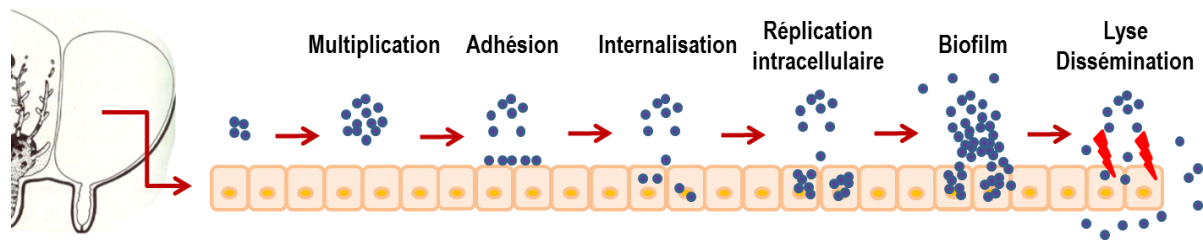


Figure 8 : Cycle infectieux présumé de *S. aureus* dans la glande mammaire (d'après Sinha et al., 2012).

et des canaux galactophores puis l'internalisation des *staphylocoques* dans les cellules épithéliales mammaires (Damien, 2013).

### III.5.6 La réponse immunitaire à *S. aureus* dans la glande mammaire

La contamination de la glande mammaire saine par *S. aureus* induit une réponse immunitaire. De son côté, *S. aureus* possède des mécanismes de résistance aux défenses immunitaires. Dans le cas d'une mammite subclinique il y a un équilibre entre les forces bactériennes et les cellules du système immunitaire de la mamelle, d'où l'absence de signes cliniques et l'augmentation du comptage cellulaire (Rattez, 2017).

### III.5.7 Caractère culturels de *S. aureus*

*S. aureus* est une bactérie non-exigeante. En effet, en plus d'être aéroanaérobie facultative sont capables de croître dans des conditions hostiles (par exemple en bouillon hyper salé à 7% de NaCl) (Accarias, 2014). Ce caractère est parfois mis à profit (surtout en bactériologie alimentaire) (Yves, 2009). Elle est facilement cultivable en milieu gélosé classique tel que CBA (Columbia Blood Agar), TSA (Tryptic Soy Agar) ou BHI (Brain Heart infusion), ainsi que dans les milieux liquides correspondants (Vitko, 2013).

*S. aureus* peut également être cultivé facilement en 24 heures sur milieu ordinaire (gélose trypticase-soja supplémentée ou non en sang), et aussi cultivée en milieu sélectif hypersalé (Chapman ou MSA pour Mannitol-Salt-Agar), ce qui peut être intéressant pour des recherches ciblées (dépistage) (Eveillard, 2007), et utilisée comme milieu pour l'identification de *S. aureus* qui présente un caractère halophile ainsi que la capacité à fermenter le mannitol (Accarias, 2014).

Sur la gélose au sang, *Staphylococcus aureus* se forme des colonies qui sont généralement pigmentées jaunes, lisses, toutes soulevées et hémolytiques (Foster et al., 2015).

Le test de la coagulase en tube, est un test dans lequel une colonie inoculée dans le plasma de lapin provoque la coagulation à se produire dans les 4 heures ; la capacité de coagulase pour

## **Chapitre III : Les mammites**

---

stimuler la formation de caillots dans le plasma est une propriété définissant de *Staphylococcus aureus* qui a été connue pour plus de 100 ans (Foster et al., 2015).

### III.6 Diagnostic des mammites en élevage bovin laitier

Il est important que le lait, en tant que produit alimentaire, soit soumis à des tests de diagnostic et de qualité à tous les stades de la production de la vache à la tasse. Les tests de diagnostic de la mammite actuellement couramment utilisés dans la ferme sont effectivement des tests de détection plutôt que de diagnostic (Green et al., 2012).

Un diagnostic précoce est d'une importance capitale en raison des coûts élevés de la mammite (Viguiet et al., 2009).

#### III.6.1 Diagnostic clinique

L'examen clinique de la glande mammaire et des sécrétions mammaires constitue l'élément principal de la démarche diagnostic des mammites cliniques. Il constitue le moyen le plus simple et le moins onéreux (Shyaka, 2007). Il repose sur la mise en évidence des symptômes généraux (baisse d'appétit, hyperthermie, abattement,...), locaux (rougeur, douleur, chaleur et tuméfaction) et fonctionnels (modifications d'aspect, de couleur et d'homogénéité du lait), caractéristiques de l'inflammation de la mamelle. Ces signes sont d'intensité variable. Ces signes sont notés lors de l'examen clinique des vaches avec l'observation des premiers jets de lait (Tchassou, 2009). Selon Noireterre (2006), le moyen le plus efficace pour la détection précoce des mammites est l'épreuve du bol de traite : lors de la préparation des mamelles, les premiers jets de lait de chaque quartier sont recueillis dans un bol à fond noir et rugueux, avant la mise en place des gobelets trayeurs. L'examen clinique de la mamelle est essentiel et ne doit pas être négligé et les résultats des examens complémentaires doivent venir compléter les données de l'examen clinique (Basset, 2003).

#### III.6.2 La conductivité électrique du lait

La mammite modifie la concentration d'ions dans le lait, ce qui modifie sa conductivité électrique. De telles modifications peuvent se produire 24 à 36 heures avant que les signes visibles se développent. La conductivité électrique d'un lait d'un quartier sain varie en fonction de l'état de santé et du stade physiologique de l'animal, elle est en général comprise entre 4 et 5.5 ms/cm à 25°C (Jacquinet, 2009).

Selon Enault (2008), la détection des mammites cliniques ne pose pas un problème majeur dans les installations non robotisées et la détection des mammites subcliniques par la mesure de la

## **Chapitre III : Les mammites**

---

conductivité n'est pas satisfaisante. Il n'y a pas de seuil unique ; différentes vaches ont des conductivités différentes. Pour détecter les mammites, il faut détecter la variation de conductivité qui nécessite de multiples essais. Deuxièmement, la conductivité du lait de mélange des 4 quartiers n'est pas assez sensible, des changements dans un quartier affecté peuvent facilement être submergés par l'absence de changement dans les trois autres quartiers. Les tests de quartiers individuels sont nécessaires.

### III.6.3 Concentrations cellulaires somatiques du lait

Le lait contient toujours une certaine quantité de cellules, qui sont appelées cellules somatiques. Lorsque les bactéries pénètrent dans la glande mammaire, la vache répond en produisant un grand nombre de leucocytes dans la glande mammaire et dans le lait. La numération cellulaire de la mamelle est un témoin de l'état inflammatoire de la mamelle et donc, indirectement, de la présence d'infection (RUPP *et al.*, 2000).

#### III.6.3.1 Concentration cellulaire individuelle (CCI)

La concentration cellulaire individuelle se définit comme la concentration en cellule du lait issue du mélange du lait des quatre quartiers de la vache (Allain, 2011). La CCI est un élément d'appréciation de l'état sanitaire global de la mamelle, d'estimation de la prévalence des mammites dans le troupeau et d'évaluation de la qualité du lait destiné à la consommation, c'est aussi un reflet du nombre d'infections chroniques et contagieuses d'un troupeau (M'Sadak et Mighri, 2015). La mise en place de cette mesure a fait appel à la création de seuil permettant l'interprétation de résultats. Dans la pratique le seuil des 300 000 cellules/ml et le seuil de 800 000 cellules/ml sont souvent retenus respectivement comme valeur « seuil basse » et valeur « seuil haute ». Ainsi une vache ayant un comptage cellulaire inférieur à 300000 cellules/ml sera considérée comme saine, une vache dont le CCI est compris entre 300000 cellules/ml et 800000 cellules/ml sera considérée comme douteuse et enfin une vache avec un comptage supérieur à 800000 cellules comme infectée (Allain, 2011).

#### III.6.3.2 Taux cellulaire de tank (TCT) ou numération cellulaire de tank (NCT)

Le taux cellulaire de tank ou numération cellulaire de tank se définit comme la concentration en cellules dans le tank. Cette valeur est en général disponible soit par la fiche de paye établie par la laiterie qui collecte le lait, ou bien par les contrôles mensuels effectués par le contrôleur laitier. La laiterie calcule en général la moyenne géométrique des trois derniers prélèvements. Cette valeur ne peut être le signe d'alerte d'un problème

## **Chapitre III : Les mammites**

---

de mammite dans le troupeau, mais la valeur seuil de 400 000 cellules par ml a été retenue comme référence pour l'arrêt de la collecte si elle persiste plus de deux mois. On considère que le seuil d'alerte bas qui doit être retenu est de 200 000 cellules, ce qui permet d'intervenir avant le seuil de 250 000 cellules/ml au-delà duquel l'éleveur se verra infliger des pénalités (Allain, 2011). Cependant, compte tenu des pratiques de tri/écart du lait, les numérations cellulaires du lait de tank ne reflètent qu'imparfaitement le niveau d'infection de la mamelle. Les CCI permettent de mieux juger du niveau de mobilisation leucocytaire (Chassagne *et al.*, 2003).

### III.6.4 le Californian Mastitis Test (CMT)

Le California Mastitis Test (CMT) encore appelé Schalm test a été utilisé partout dans le monde par de nombreux vétérinaires et des hygiénistes de lait pour la détection des mammites subcliniques dans les élevages laitiers (Badinand, 2003). C'est un test rapide, pas cher et simple pour le dépistage de la mammite subclinique dans des conditions de terrain (Mahmmod *et al.*, 2013).

Le CMT donne une estimation semi-quantitative des CCSI pour chacun des quatre quartiers. L'augmentation des cellules somatiques est une bonne indication d'infection de la glande mammaire (Villard, 2017). Lorsque la mammite est présente, le nombre de cellules augmente, principalement en raison de l'infiltration de neutrophiles (Andrews *et al.*, 2008). Selon l'estimation du nombre de cellules somatiques en utilisant le test CMT, un quartier a été considéré atteint d'une mammite subclinique lorsque les cellules somatiques est supérieure à 200.000 / ml sans signes cliniques manifestés (Xu *et al.*, 2015).

Ce test doit être utilisé pour : le dépistage des mammites subcliniques par des tests à intervalles réguliers ; le dépistage du ou des quartiers infectés, après un CCSI douteux ou positif ; le contrôle des résultats d'un traitement (Durel *et al.* ; 2003).

#### III.6.4.1 Principe du test

Le CMT est basé sur l'action d'un détergent (solution de Teepol à 10%). Il provoque la lyse des cellules du lait par la destruction de leur paroi. L'ADN est libéré, il forme un réseau de très longs filaments qui s'opposent aux écoulements hydrodynamiques et qui piègent les globules gras. Ce réseau augmente la viscosité du lait jusqu'à flocculer. Plus la concentration cellulaire est élevée, plus la quantité d'ADN libéré est élevée et plus le flocculat sera important. Il y a également un indicateur de pH présent (le bleu de bromothymol), qui passe du jaune à

## Chapitre III : Les mammites

pourpre avec un pH acide. Cependant, même si une diminution du pH est associée à certains types de mammite, l'absence de changement de couleur ne se prononce pas sur la mammite et, souvent, la couleur reste violette en présence de la mammite. Une procédure utile est d'identifier les quartiers infectés en utilisant le test CMT et de recueillir un échantillon de lait pour la culture bactériologique (Angoujard, 2015).

### III.6.4.2 Réalisation du test

Un échantillon de lait de chaque quartier est placé dans le puits d'une palette en plastique fourni avec le test (annexe 1). Le volume de l'échantillon est ajusté en versant l'excès en utilisant un marqueur dans la palette. Un volume égal de détergent est ajouté à chaque puits. On agite circulairement la palette pendant une dizaine de secondes avant d'observer le résultat (Belmamoun, 2016).

### III.6.4.3 Interprétation du test

L'interprétation des résultats est facilitée par le tableau (Tableau 05) disponible sur le flacon de réactif.

Tableau 3- 4: Lecture et interprétation du test CMT (Cockcroft, 2015)

Score	Interprétation	Réaction visible	Nombre total de cellules/ml
0	Négatif	Mélange fluide	0-200000 0-25% Neutrophiles
1	Trace	Floculat très fin qui Disparait après agitation	150000-500000 30-40% Neutrophiles
2	Fiable positif	Floculat très net sans Tendance à la gélification	400000-1500000 40-60% Neutrophiles
3	Distinct positif	Floculat épais avec d'un gel	800000-5000000 60-70% Neutrophiles
4	Forte positif	Viscosité fortement augmentée. Un gel cohésif et solide, avec une surface convexe	>5 000 000 70-80% Neutrophiles

## **Chapitre III : Les mammites**

---

### III.6.4.4 Avantages et inconvénients du test CMT

Le test CMT présente un certain nombre d'avantages et d'inconvénients (Blowey et al., 2010).

Comme avantages du test CMT, on peut citer : Il est un test pas cher, Il peut être effectué par le trayeur pendant la traite, Les résultats sont disponibles immédiatement, Il est reproductible et tout résultat sur une réaction de trace est considéré comme suspect. Les inconvénients du test CMT comprennent : une variation significative des résultats, une variation de potentiel entre les opérateurs, Aucun résultat numérique (Belmamoun, 2016).

### III.6.4.5 Les analyse de laboratoire

Deux types de prélèvement du lait vont être réalisés sur chaque quartier. Le prélèvement est soumis à un examen de comptage cellulaire et si le score de CMT est  $\geq 2$ , donc un cas de mammite subclinique est ainsi défini, et il est alors le point de départ pour un prélèvement pour l'examen bactériologique. Le prélèvement effectué est placé temporairement dans une boîte isotherme, puis réfrigérés et conservés à +4°C jusqu'à l'arrivée aux Laboratoires (annexe 2). L'examen bactériologique permet de déterminer Les principaux agents pathogènes provoquant la mammite subcliniques. la *S. aureus* est une bactérie fréquemment isolée dans le lait d'animaux atteint de mammite subclinique (Belmamoun, 2016).

#### III.6.4.5.1 Isolement et identification des souches *Staphylococcus aureus* :

À l'arrivée du prélèvement au laboratoire, il faut faire un ensemencement d'une gélose Columbia additionnée de 5 % de sang de mouton par un inoculum de 50 à 60  $\mu$ l de lait en parallèle avec la gélose Chapman. Le premier milieu permet d'isoler la majorité des espèces bactériennes potentiellement responsables de mammites, et le deuxième est un milieu sélectif pour les *Staphylocoques*. Les 02 milieux sont ensuite placés à l'étuve à 37°C pendant 24 à 48 heures (Benhamed, 2014).

L'identification des souches *S.aureus* a été basée sur les critères suivants :

- L'aspect des colonies, la morphologie des cellules, coloration de Gram, la recherche d'une catalase, et d'une désoxyribonucléase (Les *Staphylocoques* apparaissent ainsi comme des coques, à Gram + et catalase +). La fermentation de mannitol et à croître sur milieu hypersalé (milieu de Chapman) et la recherche de la présence d'une coagulase libre par contact avec plasma de lapin afin de leur sélectionner des *staphylocoques*

## Chapitre III : Les mammites

---

coagulase négative et ADnase et ThermonDnase (Quinn *et al.*, 1994 et Moser *et al.*, 2013).

- Type d'hémolyse ( $\beta$  pour les *Staphylococcus aureus*).
- Pastorex test d'agglutination : c'est un test rapide d'agglutination sur lame pour la détection simultanée du facteur d'affinité pour le fibrinogène, de la protéine A et des polysaccharides capsulaires de *Staphylococcus aureus*.
- Caractérisation biochimique utilisant le système *Api staphylococcique* (Benhamed, 2014).

### III.7. La sensibilité aux mammites

Les bovins laitiers sont exposés à de nombreux facteurs génétiques, physiologiques, et environnementaux qui peuvent compromettre l'immunité de l'hôte et accroître l'impact de la mammite (Sordillo 2005).

Selon Mcdougall *et al.*, (2009), les facteurs qui conduisent à la mammite peuvent être définis comme :

- Des facteurs prédisposant : à savoir les facteurs qui augmentent la susceptibilité de l'hôte tels que l'âge ou la fonction immunitaire.
- Des facteurs favorisants : à savoir les facteurs qui facilitent les infections intra mammaires tels que le logement ou la nutrition.
- Des facteurs déclenchants : à savoir les agents infectieux associés à la mammite ;
- Des facteurs de renforcements : à savoir les facteurs qui aggravent la mammite, tels que la réponse immunitaire déprimée ou l'exposition récurrente à l'agent pathogène.

La santé de la mamelle dépend d'une interaction équilibrée entre l'hôte et sa microflore, qui peuvent contenir des microorganismes potentiellement infectieux (Contreras *et al.*, 2011). Par conséquent, il y a beaucoup de facteurs microbiens, hôtes et ou environnementaux qui peuvent jouer des rôles importants dans le développement de la mammite et qui sont illustrés dans la (Figure 5).



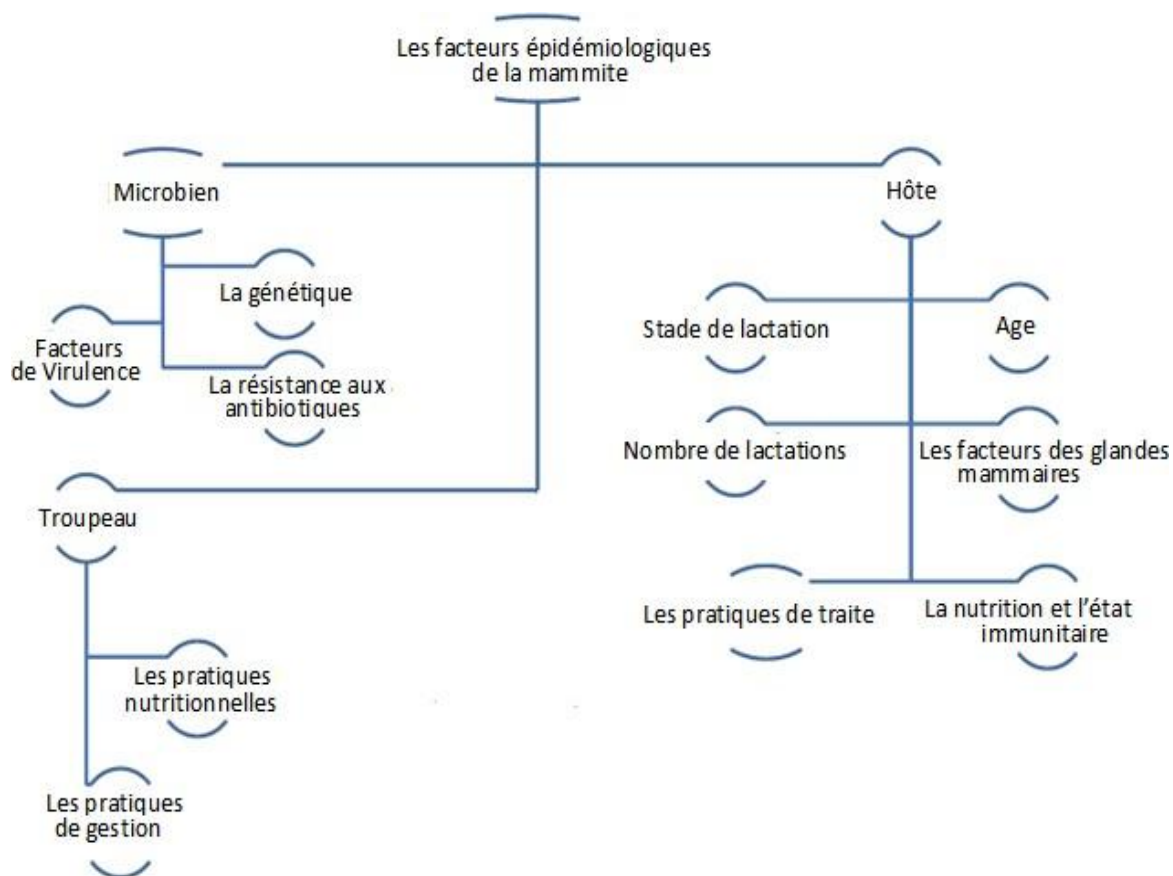


Figure 9 : Les facteurs épidémiologiques influençant la mammite, étiologie et la physiopathologie (Contreras et al., 2011).

### III.8 Le traitement de la mammite subclinique

Il existe deux types de traitements de la mammite bovine, soit les médicaments à utilisation en période de tarissement, soit ceux à utilisation en période de lactation (Radostits et al., 1995).

Le traitement des mammites subcliniques se fait au tarissement à de rares exceptions durant la lactation. Le taux de guérison des mammites subcliniques durant la lactation est de 50 % en moyenne contre 70 à 80 % au tarissement. Le coût important de ce traitement en matière de médicaments et surtout de pertes de lait est un critère majeur de décision. Un traitement en lactation permet de diminuer les CCSI et la concentration en bactéries dans le lait. Le choix des animaux à traiter est restreint pour que l'opération soit rentable. Il s'agit de vaches en première ou deuxième lactation dans les 3 premiers mois de cette lactation (Bosquet et al., 2013).

L'infusion intramammaire d'antibiotique à action de longue durée au moment du tarissement est une composante essentielle d'un bon programme de contrôle des mammites. Ce traitement guérit plus de 50% des mammites causées par le *S. aureus*. Un quartier infecté mais

## Chapitre III : Les mammites

guéri au tarissement produira probablement 90% de son potentiel pendant la lactation suivante. Cependant, si le même quartier reste infecté, sa production lors de la lactation suivante chutera à 60-70% de son potentiel (Wattiaux, 2010).

Les infections intra mammaires à *Staphylococcus aureus* ont tendance à devenir chroniques et les traitements aux antibiotiques se caractérisent par un faible taux de guérison (10% et dépassent rarement 40-50%) (Boutet et al., 2006).

### III.9 La prévention de la mammité

Le contrôle des mammites passe par la prévention des nouvelles infections et l'élimination des infections existantes. Il faut bien garder en tête que les mammites ne pourront jamais complètement disparaître d'un élevage. Les vaches laitières ayant été sélectionnées depuis de nombreuses décennies pour la production laitière, il est en effet connu que la corrélation génétique entre les mammites et l'augmentation de la production laitière est positive (Pyorala, 2002).

La prévention des mammites est possible en suivant quelques pratiques simples (Figure6)

En lactation, le traitement sera donc surtout préventif et axé sur l'hygiène de la salle de traite, le trempage des trayons après la traite, le contrôle des maladies infectieuses autour du vêlage, les machines à traire bien adaptés, et un bon contrôle des maladies infectieuses à la traite (Deluyker et al, 2005).

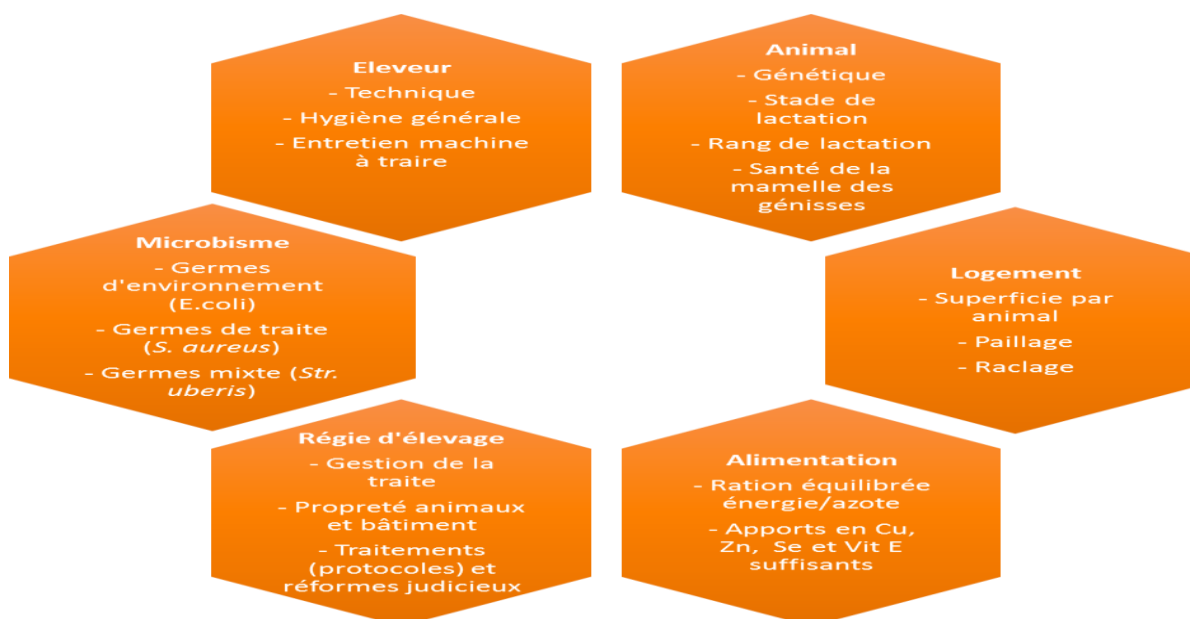


Figure 10 : Schéma ALARME appliqué aux mammites (Bourachot Mathilde, 2017)

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

### **Chapitre IV**

#### **Une Revue**

#### **Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

##### IV.1 Introduction

Les mammites constituent la première cause de pertes économiques pour les élevages de ruminants laitiers. Le coût s'explique par une baisse de la production de lait (Seegers et al., 2003), des problèmes de transformabilité de la matière première (Le Maréchal et al., 2011), la réforme prématurée des animaux atteints de mammites (Seegers et al., 2003), les coûts de traitements (produits et frais vétérinaires) et les pénalités financières sur la qualité du lait en fonction du comptage des cellules somatiques (CS), sans compter la surcharge de travail pour l'exploitant (Barkema et al., 2006).

La mammite subclinique est la plus répandue et pose beaucoup de problèmes, de par la difficulté de sa détection qui rend le traitement difficile. Elle est à l'origine de pertes économiques considérables en raison de son évolution silencieuse (Latereche, 2010).

Afin d'obtenir une production de lait en quantité comme en qualité et pour diminuer les dépendances vis-à-vis des importations, la santé mammaire doit être maîtrisée. Depuis plusieurs années les chercheurs s'intéressent et publient fréquemment sur les mammites. Les connaissances scientifiques et techniques acquises sur les mammites auraient dû permettre la mise en œuvre de mesures préventives adaptées et ainsi limiter l'utilisation des antibiotiques. (De Vliegher et al., 2012).

##### IV.2 Objectif

Le but de cette revue est de mettre en évidence les progrès dans la détection, la gestion et la prévention de la mammite en mettant l'accent sur les recherches publiées qui a résumé notre compréhension de la maladie.

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

### IV.3 Prévalence des mammites subclinique due au *staphylococcus aureus*

Les mammites représentent l'une des pathologies les plus coûteuses en élevage bovin laitier ; leur dépistage précoce et efficace est l'une des clés du contrôle laitier. Dans les pays développés, le comptage des cellules somatiques dans le lait est un examen de routine obligatoire pour apprécier la qualité du lait et la santé de pis. Dans les pays moins riches, la systématisation de cet examen est encore difficile, en particulier à cause de son coût élevé. Une solution alternative intéressante pour ces pays pourrait être le CMT, de coût relativement abordable, et rapide et facile à exécuter. En Algérie plusieurs études ont été menées pour étudier la prévalence de la mammite subclinique ainsi que l'identification des souches bactériennes à l'origine de cette infection. La combinaison du test CMT et de la bactériologie donne une image précise de l'état infectieux du pis de la vache.

La prévalence de la mammite subclinique bovine a été établie à partir de plusieurs publications. Les articles portaient sur des enquêtes épidémiologiques ou des essais de traitement et toutes les analyses bactériologiques ont été effectuées sur des quartiers de lait collectés aseptiquement provenant respectivement de mammites subcliniques. Cette base de données permet de donner une juste indication de l'étiologie générale des mammites subclinique.

#### IV.3.1 En Algérie

Une étude a été réalisée dans la zone extrême nord-est du pays, frontalière à la Tunisie en 2009 montrant un taux de 29,7 % de mammites subcliniques (Bouzid et al., 2011).

Une autre étude a été réalisée dans 10 exploitations situées dans cinq wilayas du nord-est de l'Algérie (EL Tarf, Annaba, Skikda, Guelma et Souk haras) démontre une fréquence de 38,6% des vaches atteintes de mammite subclinique avec une fréquence de 30% de *Staphylococcus aureus* (Boufaïda et al., 2012).

Une autre étude dans la région d'Oran dans l'ouest de l'Algérie démontre un pourcentage de (52,33%) des cas de mammites subcliniques avec une fréquence de 38,9% de *Staphylococcus aureus* (Benhamed et al., 2013).

Une étude de la mammite chez les bovins à Blida et Ain Defla, région du centre Algérien en 2011 montrant que 29,20% des quartiers et 29,62% des vaches avaient une mammite

## Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.

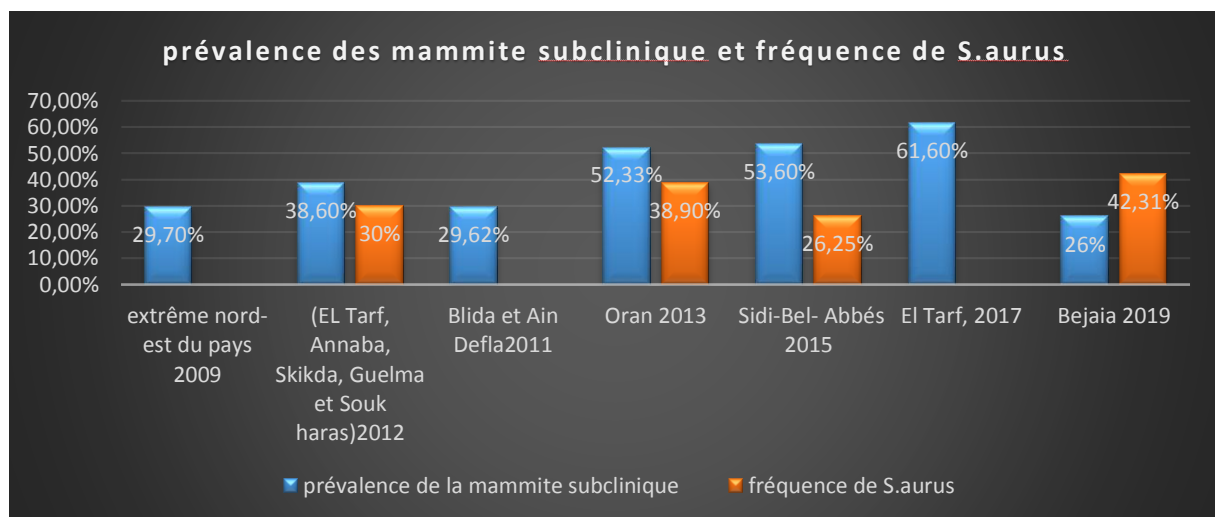
subclinique. Les germes les plus fréquemment isolés sont *staphylococcus aureus* (Saidi et al., 2013).

Une autre étude réalisée à Batna et Sétif dans la région Est de l'Algérie démontre un pourcentage de 29,44% de quartiers atteints de mammite subclinique avec une fréquence de 14,82% de *Staphylococcus aureus* (Mamache et al., 2014).

Une autre étude réalisée à Sidi-Bel-Abbés ; région du l'ouest Algérien en 2015 démontre une prévalence de 53,6% de mammite subclinique avec une fréquence de 26,25 % *Staphylococcus aureus* (Belmamoun, 2016).

Une autre étude réalisée dans la région d'El Tarf, dans l'extrême Est algérien démontre une prévalence de mammites subcliniques de 61,6% (Fartas et al., 2017).

Une étude réalisée dans 32 fermes du district de Bejaia les résultats ont montré que la prévalence de la mammite subclinique était de 26% les souches isolées étaient dominées par le *Staphylococcus aureus* 42,31% (Ait Kaki et al., 2019).



la prévalence de mammite subclinique la plus basse a été constaté à Bejaia en 2019 avec un pourcentage de 26% tandis que la prévalence la plus élevé a été constatée à Tarf en 2017 avec un pourcentage de 61,6%.

Les résultats de ces études confirment la présence des mammites subcliniques dans les élevages bovins de l'Algérie « existe depuis longtemps et persiste durant des année ».

Dans de nombreux pays développés, une mise sous surveillance systématique et régulière est entreprise au sein des élevages laitiers afin de dépister les cas de mammites. En

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

revanche, en Algérie la plupart des élevages ne sont soumis à aucun contrôle laitier régulier. La fréquence des mammites subcliniques est élevée.

### IV.3.2 Dans le monde

La prévalence de la mammite subclinique est signalée à être de 31% aux États-Unis, les Pays-Bas (23% et 29%), la Belgique (40%), la Suisse (35%), et 29% en Australie (Plozza et al., 2011).

Aux Pays-Bas, les isolats récupérés des cultures positives des échantillons de lait dont la numération des cellules somatiques élevées provenant de vaches atteintes de mammite subclinique ont été identifiés comme *Staphylococcus aureus* (Thomas et al., 2015).

Dans les troupeaux laitiers de la Croatie les mammites subcliniques représentent la forme dominante des mammites. La bactérie la plus fréquemment isolée dans les échantillons positifs était *Staphylococcus aureus* 40,20 % (Djuricic, 2014).

En Inde, Mir et al., (2014) ont signalé une prévalence de 30.73 % des quartiers avec une mammite subclinique ; les *staphylocoques* étaient les principaux organismes responsables de cette infection avec une fréquence de 41,04%.

En Égypte, Elbably et al., (2011) ont signalé une prévalence de 23.47% des quartiers avec une mammite subclinique.

En Pakistan, une étude réalisée par Abdul Maalik et al., (2019) démontre une prévalence de mammites subcliniques de 54,5% et 36,7% des échantillons de lait étaient positifs pour *Staphylococcus aureus*.

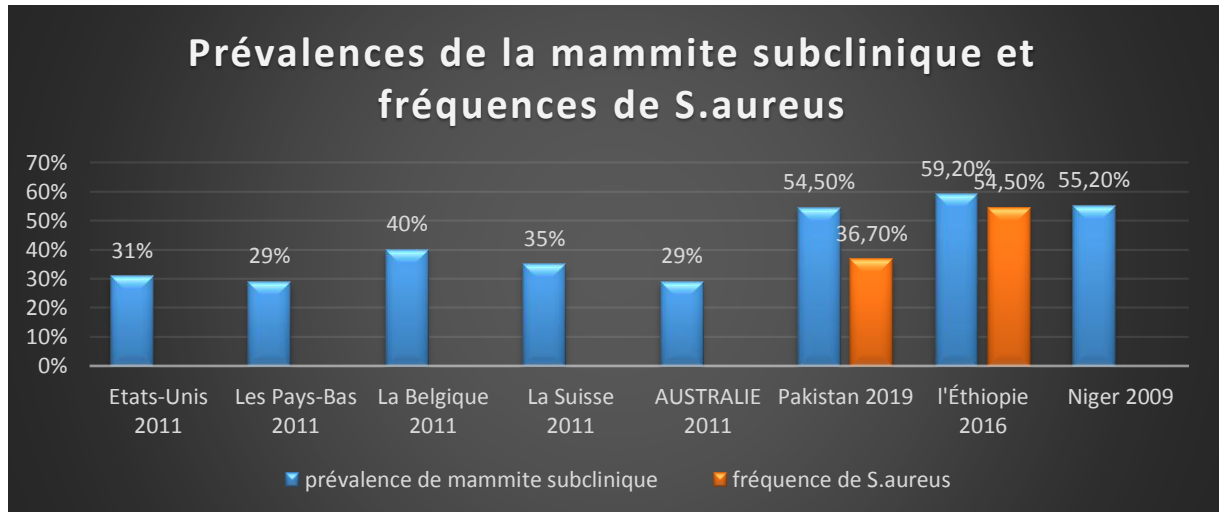
Une étude dans le sud de l'Éthiopie démontre une prévalence de la mammite subclinique de 59,2% et la proportion d'isolement de *S.aureus* à partir du lait des vaches subcliniquement affectées était 54,5% (Rahmeto et al., 2016).

Une étude concernant la prévalence des causes microbiennes de la mammite bovine dans la région de Kiambu à Kenya entre (2001-2010) démontre que La majorité de la mammite était causée par des *S. aureus* (31,7%) (MO Odongo et al., 2014).

La prévalence des infections intra-mammaires subcliniques dans les troupeaux laitiers a été étudiée dans la commune rurale de Hamdallaye au Niger, a montré une prévalence qui varie de 27,1 à 55,2% (Harouna et al., 2009).

## Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.

Une étude de prévalence de la mammite bovine en France couvrant la période 1995-2012 démontre que *staphylococcus aureus* et les *staphylocoques* à coagulase négative étaient les agents pathogènes les plus fréquemment isolés dans la mammite subclinique (Poutrel et al., 2018).



*Staphylococcus aureus* reste l'un des organismes les plus importants associés à la mammite subclinique bovine contagieuse, non seulement en Algérie, mais dans le monde entier.

### IV.4 Facteurs de risques associés

La mammite subclinique a une nature multifactorielle qui implique une interaction claire entre l'hôte, l'agent causal et l'environnement (Thrusfield, 2005). Pour cette raison, les facteurs étudiés ont été déterminés comme des facteurs de risque affectant la mammite comme la race (Bendixen et al., 1988), l'âge (Hultgren, 2002) et la gestion de l'élevage (McDougall, 2003).

Plusieurs études consistent à déterminer les facteurs de risque des mammites subcliniques ainsi que l'effet de la race, l'âge, le rang et le stade de lactation des vaches sur leur fréquence dans les élevages de bovins laitiers.

#### IV.4.1 La relation entre la mammite subclinique et l'âge

Il existe une relation certaine entre l'âge de l'animal et son statut sanitaire, plus il est âgé, plus grands sont les risques qu'il soit infecté (Hanzen, 2015).

Plusieurs auteurs ont rapporté une augmentation de la fréquence de la mammite subclinique avec l'âge (Abdel-Rady et al., 2009 ; Moges et al., 2012).

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

Selon Haftu et al., (2012) la prévalence des quartiers infectés augmente avec l'âge. Cela peut être attribué au temps et à la durée prolongée de l'infection, en particulier dans un troupeau sans programme de contrôle de la mammite. Aussi l'âge de l'animal est considéré comme un facteur de risque car les sphincters des trayons des vaches âgées sont moins efficaces et n'assurent plus totalement leur rôle de barrière face aux infections (Risco et al., 2011).

### IV.4.2 La relation entre la mammite subclinique et la race

Dego et al., (2003) ; Abdel-Rady et al., (2009) ont constaté que les vaches, à rendement de lait relativement faible, sont génétiquement résistantes à l'infection intra mammaires, et sont plus adaptées à l'environnement et au climat que les vaches hautement productrices. En Algérie hamlaoui et al., (2019) ; ont trouvé que les races locales sont plus résistantes par rapport à celles importées.

Radostits et al., (2007) ont déclaré que les vaches à haut rendement sont plus sensibles à la mammite que celles à faible rendement. Cela peut être dû à la facilité avec laquelle des blessures sont subies dans les grandes mamelles, de sorte que les foyers pour l'entrée des agents pathogènes sont créés et le stress associé à un rendement élevé du lait peut perturber le système de défense de l'animal.

### IV.4.3 La relation entre la mammite subclinique et le rang de lactation

Selon Rakotozandrindrainy et al., (2007) et Saidi et al., (2010), les multipares sont plus affectées par les mammites que les primipares. Donc la parité est un facteur de risque car la période d'exposition à un lait contaminé augmente avec l'âge de la vache.

RUPP et al., (2000) ont constaté que dans toutes les races, la numération cellulaire augmente avec le rang de lactation, (l'augmentation de la numération cellulaire signifie l'augmentation des cas de mammites subcliniques).

### IV.4.4 La relation entre la mammite subclinique et le stade de la lactation

D'après Biffa et al., (2005) et Bitew et al., (2010) le stade de lactation affecte la prévalence de la mammite. Un stade précoce et la période de l'involution des glandes mammaires ont été les stades les plus sensibles, et une prévalence plus bas pour les vaches au milieu de lactation.



## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

L'absence du traitement de tarissement des vaches pourrait être parmi les principaux facteurs contribuant à la prévalence élevée au début de la lactation. Au cours de la période sèche en raison de la faible qualité bactéricide et bactériostatique du lait, les agents pathogènes peuvent facilement pénétrer dans le canal du trayon et se multiplier ; cela peut être reproduit à la période après vêlage (Biffa et al., 2005).

Selon (Elbers et al., 1998 ; Rahmouni et al., 2003 ; Bouzid et al., 2011) il y a une prévalence élevée des mammites juste après le vêlage ensuite la décroissance est régulière, d'où l'importance de la prévention durant cette période et au tarissement. Les animaux présentent une grande sensibilité en début de lactation, ceci est dû à la baisse de l'immunité quelques jours après le vêlage, rendant ainsi la glande mammaire plus sensible, ce qui entraîne une baisse des polynucléaires neutrophiles circulants et une baisse des lymphocytes.

Selon (Mungube et al., 2004 ; Getahun et al., 2008 ; Almaw et al., 2008) en Ethiopie, et en Inde (Sudhan et al., 2005), les quartiers de vaches, en fin de lactation, étaient plus susceptibles d'être infectés par la mammite subclinique par rapport aux quartiers de vaches en début de lactation.

Les travaux réalisés par (Brouillet 1990 ; Hutton et al 1991 ; Mtaallah 2002) sur les normes d'hygiène de l'habitat, ont montré que Les facteurs de risque des mammites subcliniques, liés au mode d'élevage sont : la surface de couchage utile par vache, la fréquence de paillage de la litière et la fréquence de raclage. Ces trois paramètres sont liés directement à la litière, qui par sa qualité (humidité) et sa fréquence d'entretien, représente un facteur de risque pour les mammites subcliniques. Ces travaux réalisés sur les normes d'hygiène de l'habitat, ont montré également que l'incidence des mammites est fortement liée à la qualité et à la quantité de la litière. Cela s'explique par le fait que lorsque la litière est défaillante, elle favorise voire intensifie la pullulation des germes de l'environnement responsables, surtout de mammites cliniques mais également de mammites subcliniques.

En Algérie, une étude réalisée par Kebbal et al., (2020) démontre que l'absence des bonnes pratiques d'hygiène des animaux et de la traite, la mauvaise gestion de l'alimentation ainsi que le non-respect des normes zootechniques d'habitat rendent le cheptel laitier peu performant et non rentable.

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

### IV.4.5 Facteurs liés à la traite et à la machine à traire

La traite est un moment clef de la journée de l'éleveur. C'est pendant la traite qu'une vache atteinte de mammite peut être détectée, cette même vache peut transmettre son infection à ce moment-là à d'autres vaches par la machine à traire...etc. La traite est un point clef dans la lutte contre les mammites, l'éleveur doit donc rester vigilant pendant cette période de la journée (Debrosse, 2004)

#### IV.4.5.1 Propreté des mains du trayeur avant la traite

Les mains du trayeur seront propres et régulièrement désinfectés pendant la traite (Hanzen, 2010), et lavage des mains surtout après contact avec les vaches (hors mamelle) (Gerault, 2014). Selon Hanzen (2010), le port de gants en latex est recommandé.

#### IV.4.5.2 Etablir un ordre de traite

Les primipares et les vaches en début de lactation devraient être traitées en premier (on suppose qu'elles ne sont pas infectées) et les vaches atteintes de mammites cliniques ou subcliniques en dernier (Flache, 2002), cependant, cette pratique ne peut être réalisée avec facilité sur le terrain, et si elle est appliquée, elle suppose une excellente détection des cas cliniques et la possibilité de choisir un ordre de traite (Hanzen, 2010). Pour faire un ordre de traite efficace, il faut identifier les vaches infectées par un microbe contagieux à l'aide d'analyse bactériologique d'échantillon de lait (Levesque, 2004). D'une manière générale, l'ordre de traite optimal devrait être le suivant : les primipares, les vaches avec un faible taux cellulaire, les vaches avec un taux cellulaire élevé et enfin les cas cliniques (Hanzen, 2010).

#### IV.4.5.3 Préparation de la mamelle et des trayons

- Elimination et inspection des premiers jets

Cette pratique est réalisée habituellement avant le nettoyage des trayons, elle se fera en comprimant la base du trayon (Hanzen, 2010). Les premiers jets doivent être systématiquement éliminés et examinés pour détecter une modification de l'aspect du lait signe de mammites. La rapidité de mise en œuvre du traitement et son efficacité dépendent de la qualité de détection des mammites, or trop souvent, cet examen n'est pas ou mal réalisé par l'éleveur, qui passe alors à côté de bon nombre de mammites

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

(Flache, 2002). L'examen des premiers jets doit être effectué dans un bol à fond noir, et non pas sur le sol sous la vache ou dans les mains du trayeur, ce qui constitue un risque de contamination de l'environnement de traite et des mains du trayeur (Gerault, 2014).

L'élimination des premiers jets permet de dépister précocement les mammites cliniques, elle élimine les germes présents dans le canal du trayon et contribue à réduire la concentration en germes du tank à lait (Hanzen, 2010).

- Nettoyage des trayons

Si la mamelle et les trayons sont très sales, il est nécessaire de laver le pis au moins dans sa partie inférieure à l'aide d'une douchette, la mamelle doit ensuite être séchée avant de passer à la désinfection des trayons (Gerault, 2014), si la mamelle est propre, il faut se contenter du lavage des trayons seuls, car le lavage des quartiers risque d'entraîner un dépôt d'eau excédentaire au sommet des manchons trayeurs qui sera par la suite aspirée (Hanzen, 2010), et si les trayons semblent propres lors de l'entrée des vaches dans la salle de traite leur simple essuyage peut suffire (Hanzen, 2010). La préparation du trayon a pour but de réaliser une détergence de la peau, une décontamination chimique ou mécanique du trayon, un assouplissement de la peau et un déclenchement de la sécrétion d'ocytocine (Hanzen, 2010). Le lavage des trayons doit se faire à l'aide de lavettes individuelles, qui sont trempées dans une eau tiède, propre et additionnée d'un savon, l'eau de javel est à proscrire, car à concentration bactéricide elle irrite la peau du trayon, et à plus faible concentration elle est inutile (Flache, 2002). Il faut insister sur le bout du trayon car c'est la partie la plus importante à nettoyer, les bactéries qui y vivent sont près de la porte d'entrée, de plus, le bout du trayon est sensible à la stimulation (Levesque, 2003).

- Séchage des trayons

L'essuyage des trayons est indispensable (Hanzen, 2010), car il élimine l'eau contaminée par les bactéries, ainsi, le fait de laisser les trayons mouillés peut entraîner le glissement des manchons trayeurs et la remontée des gobelets trop haut vers le pis (Levesque, 2003). L'essuyage se fait au moyen de la même lavette individuelle essorée qui a servi au lavage du trayon ou mieux au moyen de papier jetable de bonne qualité (Hanzen, 2010). Enfin, l'essuyage des trayons doit être efficace (pour éviter une contamination du lait) et suffisant à la stimulation des trayons (au minimum 15

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

secondes) (Gerault, 2014).

- Pose et dépose des gobelets trayeurs

Les gobelets trayeurs doivent être branchés dans les 30 secondes suivant la préparation des trayons (Hanzen, 2010). En effet, l'effet physiologique de l'ocytocine est optimum jusqu'à 5 minutes après la stimulation et sa demi-vie dans le sang est de 4 minutes (Boudry, 2005). La pose et la dépose des gobelets trayeurs doivent se faire en douceur en évitant les entrées d'air pouvant provoquer des phénomènes d'impact (Flache, 2002). Ainsi, lors de la dépose des gobelets trayeurs, il est capital d'interrompre le vide préalablement à la dépose du faisceau pour éviter les gradients de pression inversés qui peuvent permettre une aspiration bactérienne et une contamination de la citerne du trayon (Enault, 2008), elle doit impérativement se faire simultanément sur les quatre gobelets, le fait de débrancher un gobelet avant les autres génère inévitablement une entrée d'air responsable d'un phénomène d'impact (Mezine, 2006).

- Durée de traite

La durée de traite est révélatrice du débit d'éjection du lait (Gerault, 2014), en général, elle est de 5 minutes, mais varie selon les races et les individus (Hanzen, 2010), cette durée doit être proche de la valeur calculée pour chaque vache (Gerault, 2014) :

Temps de traite = 5 minutes / 10kg de lait + 1 minute / 5kg de lait supplémentaires

La durée de traite peut être augmentée en cas de mauvaise stimulation de la mamelle, de mauvais positionnement du faisceau trayeur. L'augmentation de la durée de traite est un facteur de risque d'apparition des lésions sur le trayon (Gerault, 2014).

Eviter la surtraite :

La surtraite est un phénomène observé lorsque la traite n'est pas interrompue à temps (Gerault, 2014), elle débute concrètement lorsque le flux de lait dans la citerne du trayon est inférieur à celui mesuré au travers du canal (Enault, 2008), elle résulte généralement de l'inattention du trayeur ou lorsque la traite d'un quartier est plus aisée par rapport aux autres (les quartiers antérieurs moins développés que les postérieurs, 2/3 font habituellement l'objet d'une surtraite) (Hanzen, 2010). La surtraite ne cause pas la mammite, car des millions de vaches y ont été soumises sans s'infecter. Mais plus cette pratique est répandue dans un troupeau, plus le danger que des infections intra-mammaires surviennent est grand (Levesque, 2006). L'utilisation de décrocheurs automatiques a fait ses preuves pour diminuer le risque de surtraite à la condition

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

qu'ils soient bien ajustés (Levesque, 2004).

### IV.4.5.4 Effets de la machine à traire

La machine à traire intervient dans la diminution des moyens de défense de la mamelle qui se traduit le plus souvent en terme d'infections mammaires par des changements physiques particuliers de l'état de l'extrémité et du canal du trayon (Billon et al., 1998). La technique de traite et le fonctionnement de la machine à traire peuvent favoriser les infections mammaires par deux mécanismes : les traumatismes du trayon et le reflux du lait (Flache, 2002).

Les traumatismes du trayon l'affaiblissent dans son rôle de barrière naturelle vis-à-vis de la pression microbienne environnante. Un niveau de vide excessif, une pulsation défectueuse, une fin de traite longue (surtraite, arrachage des griffes) sont à incriminés. Le reflux du lait est dû aux phénomènes d'impact et de traite humide (Flache, 2002).

- Phénomène d'impact

Le phénomène d'impact se produit pendant la traite lorsque de l'air pénètre entre le trayon et le manchon trayeur (Enault, 2008), si de l'air entre par l'embouchure d'un manchon, il s'engouffre à de très grandes vitesses (360 km/h), et crée un véritable brouillard avec le lait qu'il rencontre dans le tuyau court et la griffe (Mezine, 2006). La majorité de cet air s'engouffre dans le lactoduc mais une partie peut également s'engager dans un autre gobelet trayeur et donc dans le canal du trayon, du lait et donc les éventuels germes qu'il renferme pénètrent à grande vitesse d'un trayon vers un autre (Hanzen, 2010). Le phénomène d'impact peut être dû à : une mauvaise conformation du manchon trayeur (corps large et embouchure étroite), une évacuation du lait insuffisante (il s'accumule dans le manchon et dans le tube court, le vide dans le manchon est insuffisant donc il glisse), un manque de vide ou une mauvaise technique de décrochage des manchons trayeurs (Hanzen, 2010).

- Phénomène de traite humide (le reverse-flow)

Le reverse-flow est la conséquence d'un retour vers le trayon du lait qui vient d'être extrait (Enault, 2008). Lors de ce retour, le lait peut entraîner les germes dont il s'est chargé lors de son passage dans le manchon et dans le tuyau court à lait, ce phénomène est dû à une mauvaise évacuation du lait dans les circuits de drainage (griffe, tuyau

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

court, tuyau long, lactoduc) (Hanzen, 2010).

### IV.5 Traitement des mammites subcliniques

La détection précoce et le traitement immédiat des mammites subcliniques est déterminant pour assurer un taux de guérison adéquat et une diminution des cellules somatiques dans le lait (Oliver et al., 2004 ; Bacic, 2009). La mammite subclinique influence la production laitière et le CCS du lait. Le traitement de la mammite subclinique est conseillé en période sèche car le traitement puis la guérison sont plus efficaces chez les vaches tarées. Actuellement, il est recommandé de commencer dès que possible le traitement de la mammite subclinique pour prévenir la propagation ou la transmission des germes étiologiques sur la ferme et entre les fermes (Swinkels et al., 2005).

Pendant la lactation, le taux de guérison de la mammite subclinique causée par *S. aureus*, dans la littérature, varie largement entre 3,6 et 92 % (Sol et al., 1997 ; Oliver et al., 2004 ; Pitkälä et al., 2004 ; Smith et al., 2005 ; Swinkels et al., 2005 ; Roy et al., 2009 ; Karadjole et al., 2011), ce qui peut indiquer que le choix des antibiotiques, mais aussi les caractéristiques individuelles des vaches, sont des facteurs importants pour la guérison. Sol et al (1997) ont montré que « l'on pouvait s'attendre à une probabilité de guérison relativement faible chez les vaches plus âgées, dans les quartiers à CSC élevé, chez les vaches infectées dans les quartiers postérieurs », ce qui veut dire que la guérison n'est pas un événement aléatoire (Erskine et al., 2003). Ces facteurs sont importants lorsque les responsables de l'exploitation doivent décider de traiter ou d'abattre une vache infectée par *S. aureus*.

### IV.6 Antibiorésistance

Par ailleurs, plusieurs autres recherches ont été réalisées dans le but d'évaluer le risque de développement de la résistance acquise aux antibiotiques des souches de *staphylococcus aureus* chez des vaches atteintes de mammites subcliniques, consistant à établir leurs profils de résistance vis-à-vis de nombreux antibiotiques largement utilisés en médecine vétérinaire.

L'analyse de (Vanderheaghen et al., 2010) en Belgique montre que (81.81%) de souches de *staphylococcus aureus* ont une résistance supplémentaire à en moins 2 antibiotiques différents, ce qui s'approche approximativement du pourcentage trouvé lors d'une recherche effectuée en Algérie qui est de (61.09%) (Belmamoun, 2016).

## **Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**

---

Selon Belmamoun, (2016) une forte résistance des souches à la pénicilline est observée (80.95%), ce résultat rejoint celui de Djamali et al., (2014) en Malaisie (86%) ; alors qu'il a été établie une résistance modérée de (40.3%) en Argentine par Gentilini et al., (2000) ainsi qu'en Croatie (30.48%) par Djuricic et al., (2014) ; contrairement à Bortel et al., (2010) en France et Boutet et al., (2005) en Belgique qui leurs recherches ont abouti à une faible résistance de ces souches à la pénicilline ; respectivement (17%) et (20%).

D'après (Vanderheaghen et al., 2010) toutes les souches de *staphylococcus aureus* ont une excellente résistance à la tétracycline qui est de (100%), pas très loin de la prévalence trouvée par (Belmamoun, 2016) qui est de (71.43%), ces résultats s'opposent avec ceux trouvés par (Bada-Alamedj et al., 2005) au Niger et (Boutet et al., 2005) en Belgique qui n'ont constaté aucune souche résistante à la tétracycline.

Le pourcentage élevé de résistance des isolats de *S.aureus* à la pénicilline et tétracycline est peut-être dû à l'administration exagérée de ces antimicrobiens dans les fermes laitières (Jamali et al., 2015). En plus, il est postulé que la résistance est exacerbée par l'utilisation fréquente des préparations intra-mammaires par les agriculteurs (Kateete et al., 2013). En Algérie les Béta – lactamines y compris la pénicilline G sont largement utilisés dans le traitement de la mammité sans aucun test de la sensibilité des souches bactériennes vis-à-vis de ces antimicrobiens.

La Gentamycine est très active contre les *staphylococcus aureus*, car aucune résistance n'a été détectée (Belmamoun, 2016), même résultat signalé à l'est algérien par (Bakir et al., 2011) et (Ben Hassen et al., 2003), ainsi que par (Djuricic et al., 2014) en Croatie. Cependant (Gentilini et al., 2000) ont pu constater quelques souches résistantes (3.4%).

(Bada – Alamedj et al., 2005) ont déclaré que (87.5%) de ces germes avaient une excellente résistance à la Kanamycine, à l'opposé de (Vanderheaghen et al., 2010), (Djuricic et al., 2014) et (Boutet et al., 2005) qui n'ont signalé aucune résistance à ce médicament.

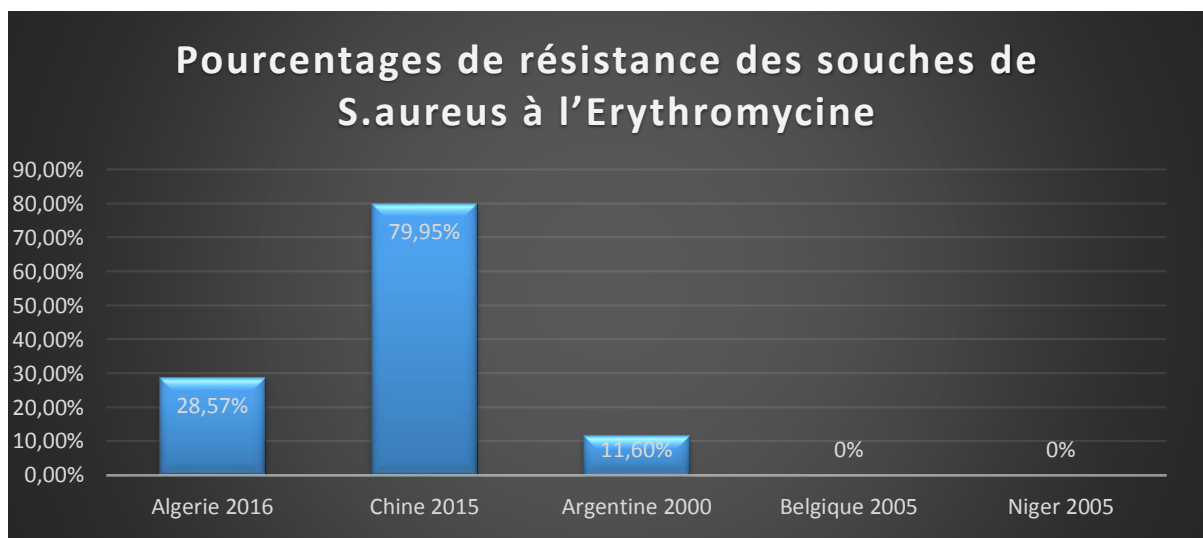
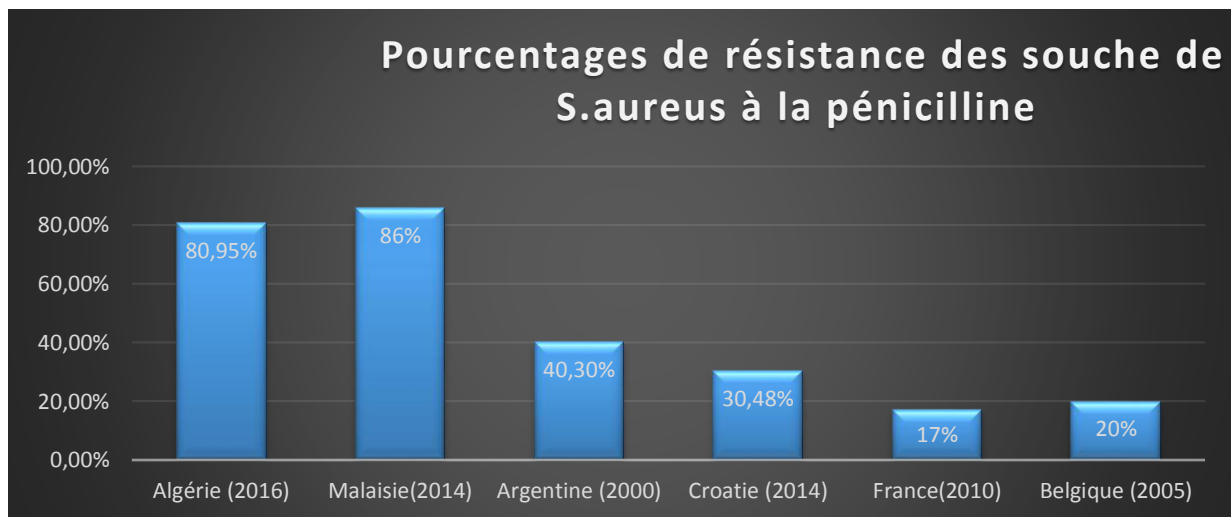
(Djuricic et al., 2014) ont observé une prévalence de résistance modérées des souches de *S.aureus* à l'amoxicilline (32.92%). Tandis que, celle constatée par (Belmamoun, 2016) semble faible (14.28%), mais totalement absente selon les recherches de (Boutet et al., 2005).

Une étude en Chine révèle que la plupart des isolats de *S.aureus* manifestent une forte résistance à l'érythromycine (79.95%) (Wang et al., 2015) ce qui diverge avec la faible

## Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.

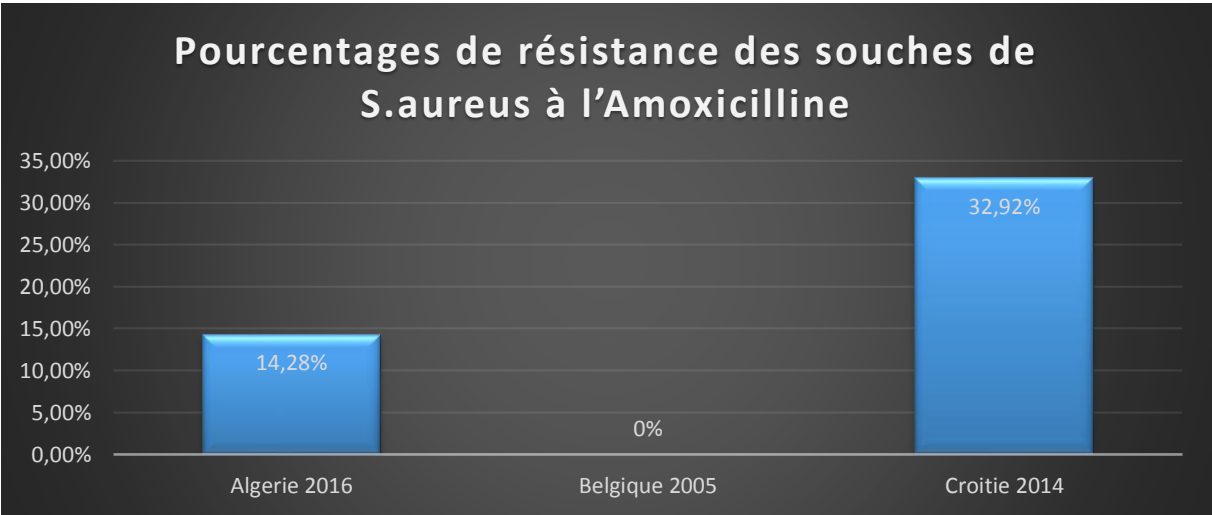
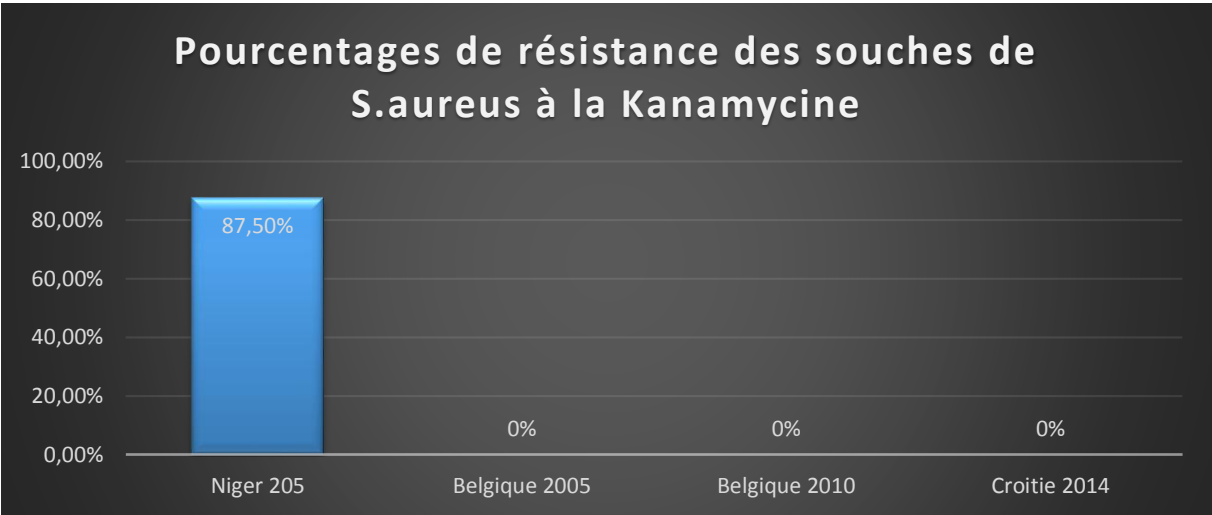
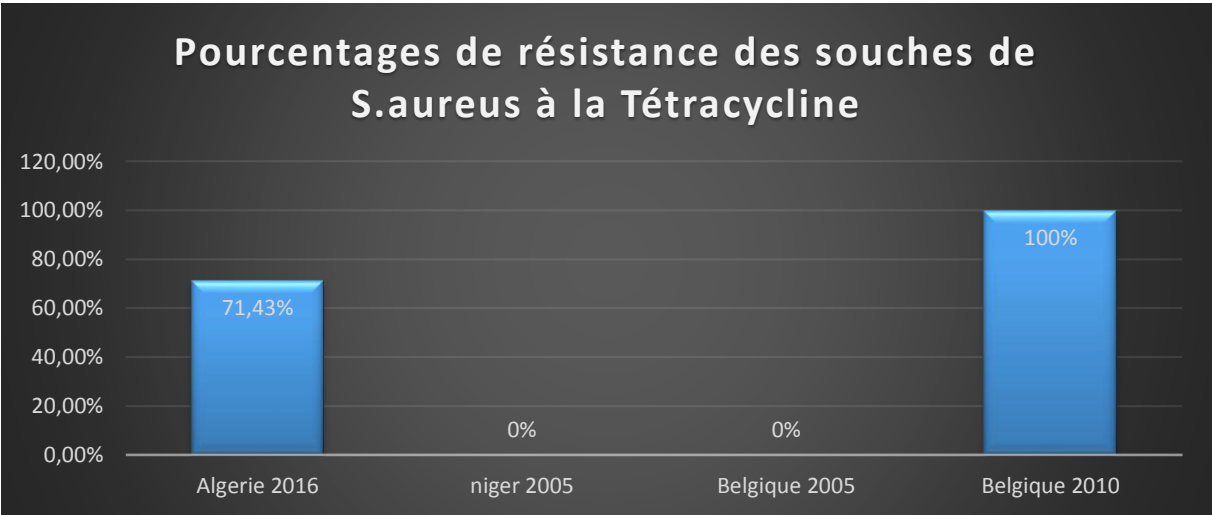
résistance estimée par (Belmamoun, 2016) qui est de (28.57%) ainsi que par (Gentilini et al., 200) (11.6%). Cependant selon (Boutet et al., 2005) et (Bada – Alamedj et al., 2005), cet antibiotique serait très efficace contre ces germes car aucune résistance n'a été manifesté.

En outre, la résistance à l'oxacilline est totalement absente d'après (Gentilini et al., 2000), contrairement à (Bada – Alamedj et al., 2005) qui ont déclaré une forte résistance de ses souches vis-à-vis de ce médicament (87.5%).

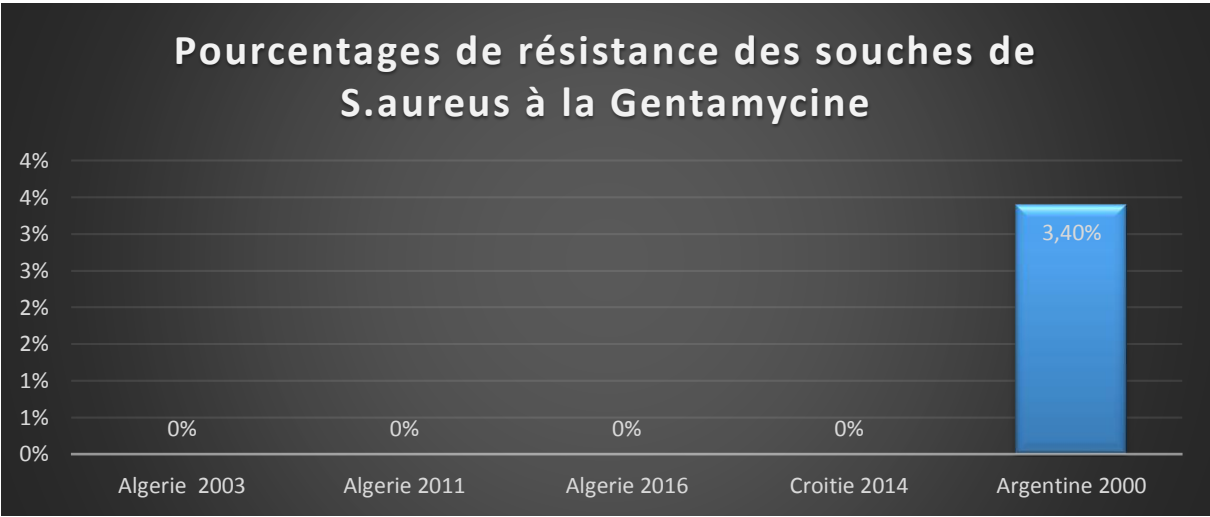
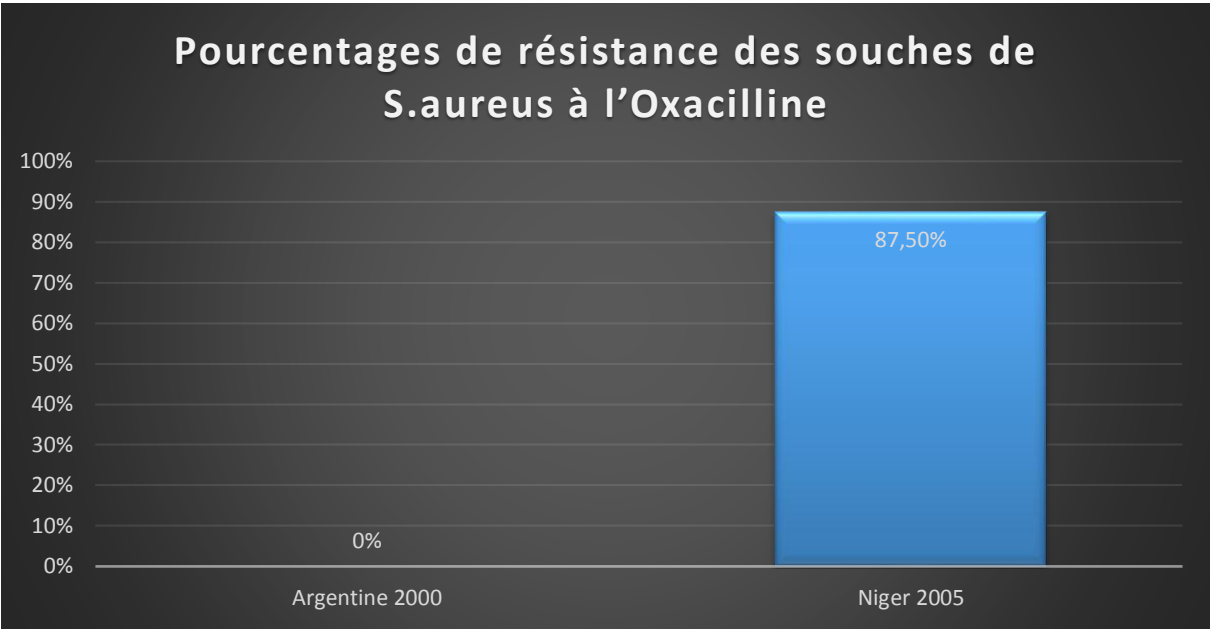




**Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**



**Chapitre IV: Une Revue ; Prévalence, facteurs de risques, traitement des mammites subclinique et le phénomène de l'antibiorésistance.**



## Conclusion et Perspective

Notre étude révèle que la mammites subclinique est une maladie complexe qui a une large prévalence en Algérie ainsi que dans le monde entier, elle est responsable de grandes pertes économiques.

En Algérie, il n'existe pas de plan national de lutte contre les mammites. Il est nécessaire de recourir à de larges études sur la prévalence des mammites, l'identification des germes responsables, leur éventuelle antibiorésistance, la mise en évidence des autres facteurs de risque, de leurs interactions ainsi que des mesures prioritaires à préconiser dans les élevages en vue d'améliorer leur dépistage. Cependant, le dépistage, la lutte contre les infections mammaires est indispensable : il s'agit non seulement d'éliminer les infections présentes, mais aussi de prévenir de nouvelles infections.

On ne peut donc conseiller aux éleveurs qu'un ensemble de mesures prophylactiques qui pour être efficaces, devront être adaptées sans exceptions. Informer les éleveurs et les sensibiliser autour de la mammites subclinique restent l'objectif majeur :

- En contrôlant les facteurs suivants :

-La désinfection des trayons avant et après la traite en faisant une attention particulière à l'orifice du trayon ;

- Une bonne hygiène et le suivi des procédures et des équipements de traite adéquats ;

- Amélioration de l'ambiance de l'habitat et de l'hygiène du logement (assurer un environnement propre et une litière adaptée pour les vaches laitières ; car ces bonnes conditions de logement peuvent énormément contribuer à écarter le risque de mammites d'où une bonne santé des vaches et une bonne qualité de lait) ;

-L'identification des vaches avec des concentrations cellulaires somatiques élevées afin de les séparer des vaches saines, en généralisant l'utilisation des tests de dépistage comme le test CMT ;

-Les animaux avec des mammites doivent être isolés et trait séparément ;

– le traitement des cas cliniques en lactation et des cas subcliniques au tarissement ;

– la réforme des vaches incurables ;

- Et en évitant :

- L'automédication ;
- La traite favorisant la contagion (mains, lavettes, manchons) ;
- Les trayons crevassés ;
- Les réformes tardives ;
- Les défauts d'hygiène du logement (surface, ventilation) ;
- L'aire de couchage contaminée (t°, humidité) ;
- La consommation de lait non pasteurisé.

Pour lutter contre le phénomène de l'antibiorésistance il faut éviter la baisse d'efficacité des molécules antibiotiques et l'apparition de souches de bactéries résistantes :

- Par le recours limité ;
- Le respect des prescriptions vétérinaires (durée, dose) ;
- le choix des molécules utilisées.
- Généraliser l'informatisation des activités d'élevage et de la clinique vétérinaire pour conserver de manière durable les informations et faciliter leur exploitation ;
- Associer la surveillance de la résistance et l'usage des antibiotiques en médecine vétérinaire en appliquant l'antibiogramme comme une étape indispensable pour une antibiothérapie adéquate ;
- Intervenir sur les pratiques vétérinaires et les approches zootechniques ;
- Développer, par les praticiens vétérinaires, des règles d'intervention plus strictes d'utilisation des antibiotiques, par l'information et la formation des utilisateurs des antibiotiques ;
- Former des vétérinaires en matière de santé publique et de gestion sanitaire des troupeaux.

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

# **Références**

# **Bibliographique**

- Abdel-Rady, A., & Sayed, M. 2009. Epidemiological studies on subclinical mastitis in dairy cows in Assiut Governorate. *Veterinary World*, 2(10): 373-380.
- Abdul Malik, S. A., Iftikharl, A., Rizwanl, M., Haroon, A., Iahtasham, K. 2019. Prévalence et résistance aux antibiotiques de *Staphylococcus aureus* et facteurs de risque de mammite subclinique bovine dans le district de Kasur, Punjab, Pakistan.
- Accarias Solène. 2014. Impact du phénotype des macrophages résidents sur la nature de la réponse inflammatoire précoce lors d'une infection par *Staphylococcus aureus*. Thèse de Doctorat de l'université de Toulouse. Université Paul Sabatier Toulouse III Discipline ou spécialité : Immunologie et Maladies infectieuses.p.23.25. 212.
- Adamou, S., Bourenane, N., Haddadi, F., Hamidouche, S., Sadoud, S. 2005. Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie, Série de Documents de Travail, N° 126 Algérie.
- Ait Kaki, A., Djebala, S., Latif, M. B., Moula, N. 2019. Evaluation of the Prevalence of subclinical Mastitis in dairy Cattle in the Soummam Valley (Bejaia, Algeria).
- Aitken, S. L., Corl, C. M., & Sordillo, L. M. 2011. Immunopathology of mastitis: insights into disease recognition and resolution. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 16(4) : 291-304.
- Allain, M. 2011. Etude descriptive de l'identification des bactéries du lait dans un élevage à l'aide de la bactériologie, des comptages cellulaires de tank (CCT) et des comptages cellulaires individuels (CCI). Thèse pour le doctorat vétérinaire. ENV D'Alfort. 122 p.
- Almaw, G., Zerihun, A., & Asfaw, Y. 2008. Bovine mastitis and its association with selected risk factors in smallholder dairy farms in and around Bahir Dar, Ethiopia. *Tropical animal health and production*, 40(6): 427-432.
- Amellal, R. 1995. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. Option méditerranéennes, B 14, les agriculteurs maghrébins. Angers, (2003), 29 p.
- Amellal, R. 2000. La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance : Département Economie Rurale, INA El Harrach, Alger (Algérie).
- Amstalden, M., & Williams, G. L. 2015. Neuroendocrine Control of Estrus and Ovulation. *Bovine Reproduction* : 203-218.

- Andrews, A. H., Blowey, R., Boyd, H., & Eddy, R. 2008. Bovine medicine: diseases and husbandry of cattle: John Wiley & Sons.
- Angoujard, P.L. 2015. Enquête sur le diagnostic et le traitement des mammites de la vache laitière par les vétérinaires de terrain en France. Thèse pour le doctorat vétérinaire présentée et soutenue publiquement devant la faculté de médecine de Créteil.
- Anselme, S. 2007. Diagnostic des mammites cliniques et subcliniques en élevage bovin laitier intensif (cas de la ferme wayembam) p22, 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 (diploma d'eata), université cheikhanta diop de Dakar.
- Auriol, P. 1989. Situation laitière dans les pays du Maghreb et du Sud-Est de la Méditerranée. In : Le lait dans la région méditerranéenne. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, n°6, 51-72.
- Bacic, G., Macesic, N., Vince, S. 2009. Les causes de la mammite. Diagnostic et traitement des mammites chez les bovins. Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Zagreb : Zagreb, 29-42.
- Bada-Alamedj, R., Kane, Y., Issa Ibrahim, A., Vias, F.G., Akakpo, A.J. 2005, bactéries associées aux mammites subcliniques dans les élevages bovins laitiers urbains et périurbains de Niamey (Niger), p122.
- Badinand, F. 2003. Utilisation des comptages cellulaires du lait dans la lutte contre les mammites bovines. Rec. Méd. Vét. P170 ,153-168.
- Bahidja Kherzat. 2006. Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'Organisation Mondiale du Commerce et à la zone de libre-échange avec l'union Européenne ; magister en sciences agronomiques, Institut National Agronomique -El-Harrach.
- Bakir, M., Sabrina, R., & Toufik, M. 2011. Antibacterial susceptibility profiles of sub-clinical mastitis pathogens isolated from cows in Batna and Setif Governorates (East of Algeria). Veterinary World, 4(12): 537-541.
- Bareille, H., Seegers, C., Fourichon, F., Beaudeau, X., Malher, N. 1998. Survenue et expression des mammites cliniques et subcliniques en troupeaux bovins laitiers : facteurs de risque liés la conception et à l'utilisation du bâtiment, Ranc. Rech. Ruminants, 5, pp : 297-300

- Barkema, H.W., Shukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Beiboer, M.L., Wilminkii, H., Benedictusg., Branda, A. 1997. Incidence and risk factors for repeated cases of clinical. Escheria Coli mastitis in dairy cattle.
- Barkema, H. W., Schukken, Y. H., and Zadoks, R.N. 2006. Invited Review: The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine Staphylococcus aureus mastitis. J. Dairy Sci. 89(6) :1877-1895.
- Barone, R. 2001. Anatomie comparée des mammifères domestiques.
- Basset, L. 2003. Imagerie de la mamelle chez la vache : Radiographie, échographie, endoscopie. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. ENV de Lyon. 2003. 112p.
- Bekhouche-Guendouz, N. 2011. Evaluation de la durabilité des exploitations Bovines Laitières des Bassins de la Mitidja et d'Annaba. Thèse de docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine Sciences Agronomiques, 308p.
- Belmamoun, A.R. 2016. Étude microbiologique, épidémiologique et antibiorésistance du Staphylococcus aureus dans le lait de vache atteinte de mammite. Thèse de doctorat en sciences université Djillali Liabes faculté des sciences de la nature et de la vie Sidi Bel Abbés.
- Belmamoun, A. R., Bereksi Reguig, K., Bouazza, S., Mahmoud Dif, M. 2016. Subclinical mastitis on the raw milk as a risk factor for the transmission of Staphylococcus aureus and coagulase-negative staphylococci, multidrug resistance in Sidi Bel Abbes. Algeria
- Benabdeli, K. Impacts socio-économiques et écologiques de la privatisation des terres sur la gestion des espaces et la conduite des troupeaux : Cas de la commune de Telagh (Sidi-Bel-Abbès, Algérie). In : Pastoralisme et foncier : Impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semiarides. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, n° 32, 185-194.
- Benabdeli, K. 2000. Evaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique : Cas de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes - Algérie). In Rupture : Nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage sur parcours. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, n°39, 129- 141.
- Bencharif, A. 2001. Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie : état des lieux et problématiques. In : les filières et marchés du lait et dernies en méditerranée. Options méditerranéennes, Série B 32, p25-45.



- Bendiab, N et Dekhili, M. 2011. Typologie de la conduite des élevages bovins laitiers dans la région de Setif, faculté des sciences et de la nature, département d'agronomie. Université Ferhat Abbas de Setif agriculture N°2, p3.
- Bendixen, P., Vilson, B., Ekesbo, I., & Åstrand, D. 1988. Disease frequencies in dairy cows in Sweden. V. mastitis. Preventive veterinary medicine, 5(4): 263-274.
- Benhamed, N., & Kihal, M. 2011. Prevalence of mastitis infection and identification of Causing Bacteria in Cattle in the Oran Region West Algeria. Proteus, 2(15): 38.
- Benhamed, N., Khilal, M. 2013. Phenotypic and Genotypic Characterization of Staphylococcus aureus Agents of Dairy Cows 'Mastitis in Algeria. Laboratory of Applied Microbiology, department of Biology, faculty of science, Oran University, BP16, Essenia 31000 Oran, Algeria.
- Benhamed, N. 2014 Evaluation de la qualité microbiologique et sanitaire du lait cru dans la région d'Oran, Algérie : Etude du profil moléculaire virulent des Staphylococcus aureus impliquées dans les mammites bovines. Thèse de Doctorat troisième cycle (LMD) université d'Oran.
- Ben Hassen, S., Messadi, L., & Ben Assen, A. 2003. Identification et caractérisation des espèces de Staphylococcus isolées de lait de vaches atteintes ou non de mammites. Paper presented at the Annales de médecine vétérinaire.
- Beroual, K. 2003. Caractérisation des germes d'origine bactérienne responsables des mammites bovines dans la région de la Mitidja. Thèse Magister, Université de Blida, Algérie, 134 p.
- Berthelot, X., Bergonier, D. 2006. La maîtrise des mammites cliniques en péripartum : traitement et prévention. Le Nouveau Praticien Vétérinaire, 1 : 23-26
- Biffa, D., Debela, E., & Beyene, F. 2005. Prevalence and risk factors of mastitis in lactating dairy cows in Southern Ethiopia. International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine, 3(3): 189-198.
- Billon, P., Sauvee, O., Menard, J.L., Gaudin, V. 1998. Influence de la traite et de la machine à traire sur les numérations cellulaires et les infections mammaires chez la vache laitière. Renc. Rech. Ruminants.
- Bitew, M., Tafere, A., & Tolosa, T. 2010. Study on bovine mastitis in dairy farms of Bahir Dar and its environs. Journal of Animal and Veterinary Advances, 9(23): 2912-2917.

- Blowey, R.W., Edmondson, P. 2010. Mastitis control in dairy herds. Seconde edition. Cabi, Wallingford, United Kingdom. 272 p.
- Bosquet, G., Faroult, B., Labbé, J.F. 2013. La page P, Sérieys F. Référentiel Vétérinaire pour le traitement des mammites bovines. . SNGTV, Paris, France. 100 p.
- Botrel, M.-A., Haenni, M., Morignat, E., Sulpice, P., Madec, J.-Y., & Calavas, D. 2010. Distribution and Antimicrobial resistance of clinical and subclinical mastitis pathogens in dairy cows in Rhône-Alpes, France. *Foodborne Pathogens and Disease*, 7(5): 479-487.
- Boudry, B. 2005. Traire un lait de qualité : une attention de tous les jours. Qualité du lait et gestion du troupeau. Journée d'étude des AREDB d'Aubel, Direction du Développement et de la Vulgarisation. Henri Chapelle le 29 novembre 2005. 13 p.
- Boufaïda, A.Z., Butel, M.J., Ouzrour, R. 2012. Prévalence des principales bactéries responsables de mammites subcliniques des vaches laitières au nord-est de l'Algérie. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 65 (1-2) : 5-9.
- Bouras, A. 2015. Contribution à la connaissance des systèmes d'élevage bovin dans la région d'Ouargla. Mémoire de master académique. Université Kasdi Merbah, Ouargla. 83p
- Bouregba, B. 1992. Dépistage des mammites grâce aux tests rapides en vue de prévenir la qualité des laits collectés. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. Université de Batna (1991/1992).
- Boutet, P., Bureau, F., & Lekeux, P. 2006. La mammite bovine : de l'initiation à la résolution. Paper presented at the *Annales de Médecine Vétérinaire*.
- Boutet, P., Detilleux, J., Motkin, M., Deliege, M., Piraux, E., Depinois, A., Debliquy, P., Mainil, J., Czaplicki, G., Lekeux, P. 2004. Comparaison du taux cellulaire et de la sensibilité antimicrobienne des germes responsables de mammite subclinique bovine entre les filières conventionnelle et biologique, p 178.
- Bouzid, A., Hocine, F., Maïfia, F., Rezig, R., Ouzrout et Touati, K. 2011. Prévalence des mammites en élevage bovin laitier dans le Nord-Est algérien Centre Universitaire El Tarf, El Tarf, Algérie.
- Brouillet, P. 1990. Logement et environnement des vaches laitières et qualité du lait. *Bull. G.T.V.*, 4, B, 357, 13-33.
- Carl, A. B. 2014. *Staphylococcus* in: *encyclopedia of food microbiology*, 3:482-501.

- Chaneton, L., Tirante, L., Maito, J., Chaves, J., & Bussmann, L. 2008. Relationship between milk lactoferrin and etiological agent in the mastitic bovine mammary gland. *Journal of dairy science*, 91(5) : 1865-1873.
- Chaneton, L., Sáez, J. P., & Bussmann, L. 2011. Antimicrobial activity of bovine  $\beta$ lactoglobulin against mastitis-causing bacteria. *Journal of dairy science*, 94(1) : 138-145.
- Chassagne, M., Barnouin, J., Bazin, S., Le Guenic, M. 2003. Pratiques d'hygiène de traite associées aux très bas scores cellulaires du lait au travers du programme national « Objectif Zéro Mammite ». *Renc. Rech. Ruminants*, 10.
- Clementine Charton. Caractérisation de l'adaptation de la glande mammaire des vaches laitières à l'allongement de l'intervalle entre traites. *Biologie animale. Agro campus Ouest*, 2017. Français. NNT : 2017NSARB292.
- Coulona, J.-B., Gasquib, P., Barnouin, J., Ollier, A., Pradel, P., & Pomiès, D. 2002. Effect of mastitis and related-germ on milk yield and composition during naturally occurring udder infections in dairy cows. *Animal Research*, 51(05): 383-393.
- Contreras, G.A., & Rodríguez, J.M. 2011. Mastitis: comparative etiology and epidemiology. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 16(4) : 339-356.
- Crevier-Denoix. 2010. Anatomie de la mamelle des Ruminants, Cours magistral. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques, 10 p.
- Damien, B. 2013. Potentiel probiotique des bactéries lactiques de de l'écosystème mammaire bovin contre les mammites à *Staphylococcus aureus*. Thèse de Rennes sous le sceau de l'université européenne de Bretagne, 48p.
- Debrosse, M. 2004. La prévention des mammites en agriculture biologique. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. ENV de Lyon, 95 p.
- Dego, O. K., & Tareke, F. 2003. Bovine mastitis in selected areas of southern Ethiopia. *Tropical animal health and production*, 35(3): 197-205.
- Degueurce, C. Anatomie de la mamelle des Ruminants, Dissection des Ruminants et cours magistral. Polycopié. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques. 2004, 4 p.
- Delarras, C. 2007. Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Edition Lavoisier. P, 128, 129-269.

- Delaval. 2010. La glande mammaire [En ligne]. [<http://www.delavalfrance.fr/fr-nl/-/Savoir-laitier/Traite/La-glande-mammaire/>].
- Deluyker, H., Van Oye, S., & Boucher, J. 2005. Factors affecting cure and somatic cell count after pirlimycin treatment of subclinical mastitis in lactating cows. *Journal of dairy science*, 88(2) : 604-614.
- De Vliegher, S., Fox, L.K., Piepers, S., McDougall, S., et Barkema, H.W. 2012. «Invited review: mastitis in dairy heifers: nature of the disease, potential impact, prevention, and control ». *Journal of Dairy Science* 95 (3): 1025-1040. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4074>.
- Dieser, S. A., Vissio, C., Lasagno, M. C., Bogni, C. I., Larriestra, A. J., & Odierno, L. M. 2014. Prevalence of pathogens causing subclinical mastitis in Argentinean dairy herds. *Pak Vet J*, 34: 124-126.
- Djermoun, A. 2011. Effet de l'adhésion de l'Algérie à l'OMC et à la zone de libre-échange Union Européenne /pays tiers méditerranéens. Thèse de Doctorat en développement rural. Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, Alger.
- Djuricic, D., Samardzija, M., Grizelj, J., Dobranic, T. 2014. Effet du traitement intramammaire des mammites subcliniques pendant la lactation en élevages bovins laitiers au nord-ouest de la Croatie, p 123.
- Durel, L. 2004. La dépêche technique. Mammites des bovins (clinique et subclinique) : démarches diagnostic et thérapeutiques. Supplément n°87 à la dépêche vétérinaire du 20 décembre 2003 au 2 janvier 2004. 39 pages.
- Durel, L et al. 2003. Mammites des bovins (cliniques et subcliniques) : démarches diagnostiques et thérapeutiques. *La dépêche technique*, 87, pp. 39.
- Eddebarh, A. 1989. Systèmes extensifs d'élevage bovin laitier en Méditerranée. In *Le lait dans la région méditerranéenne. Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens n°6*, 123-133.
- El-Ashker, M., Gwida, M., Tomaso, H., Monecke, S., Ehricht, R., El-Gohary, F., & Hotzel, H. 2015. Staphylococci in cattle and buffaloes with mastitis in Dakahlia Governorate, Egypt. *Journal of dairy science*, 98(11): 7450-7459.
- El bably, M., Emeash, H., & Asmaa, N. 2013. Risk factors associated with mastitis occurrence in dairy herds in Benisuef, Egypt. *World's Veterinary Journal*, 3(1): 5-10

- Elbers, A. R. W., Miltenberg, J. D., De Lang, D., Crauwels, A. P. P., Barkema, R. W., and Schukken, Y. H. 1998. Risk factors for Clinical Mastitis in random samples of Dairy herds from the southern part of the Netherlands, *Journal of Dairy Science.*, 81, 420-426.
- Elias Cherif. 2014. Agroline N°90 P 5 – 7.
- Enault, C. 2008. La machine à traire : recherches et innovations depuis les années 1980 en vue d'améliorer la qualité du lait et la santé de la mamelle chez les vaches laitières. *Revue bibliographique. Thèse pour le doctorat vétérinaire. ENV D'Alfort. 240p.*
- Erskine, R.J., Wagner, S., Degraives, F.J. 2003. Mastitis therapy and pharmacology. *Vet. Clin. North Am.: Food Anim. Pract.*, 19, 109-138.
- Eveillard, M. 2007. Politique de dépistage de *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline à l'admission : adaptation à la diversification des facteurs de risque de portage, conséquences de cette politique pour les indicateurs de surveillance et la transmission. *Thèse de doctorat. Ecole doctorale d'angers. Université d'Angers. Français, p160.*
- Faroult, B. 2000. Les mammites subcliniques et les mammites cliniques aiguës. *Maladies des bovins 3eme éditions. France. 350p.*
- Fartas, H., Bouzebda, Z., Afri, F., Khamassi, S. 2017. Prévalence et impact des mammites subcliniques sur la rentabilité de bovins laitiers dans l'extrême Est algérien
- Feliachi, K. 2003. *Rapport National Sur les Ressources Génétiques Animales en Algérie. 24P.*
- Feliachi, k., Abdelfattah, A.M., Ouaki, K. 2003. *Rapport National sur les Ressources Génétiques : Algérie*
- Ferrah A. 2000. L'élevage bovin laitier en Algérie : problématique, question et hypothèse pour la recherche. *Actes des 3emes journées de recherches sur les productions animales, 40-49.*
- Flache, H. 2002. Cinétique de comptage cellulaire de quartiers après mammites cliniques chez la vache laitière. *Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. ENV de Lyon, 72 p.*
- Foster, T.J., Geoghegan, J.A. 2015. *Staphylococcus aureus: Molecular Medical Microbiology, 2: 655–674*
- Frandson, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. 2009. *Anatomy and physiology of farm animals: John Wiley & Sons.*

- Gambo, H., Agnem Etchike, C. 2001. Dépistage de mammites subcliniques chez des vaches Goudali en lactation au Nord Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* 54 (1) : 5-10.
- Gedilaghine, V. 2005. La rationalisation du traitement des mammites en exploitation laitière. Conception et réalisation d'une enquête d'évaluation de la mise en place de l'action G.T. V. Partenaire dans le département de la Manche. Thèse pour le doctorat vétérinaire, Maisons Alfort, 106 p.
- Gentilin, E., Denamiel, G., Llorente, P., Godaly, S., Rebuelto, M., DeGregorio, O. 2000. Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine Mastitis in Argentina, p 1225.
- Gerault, M. 2014. Elaboration d'un guide vétérinaire pour le déroulement d'un audit « qualité du lait » en élevage bovin laitier. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire ; Campus vétérinaire de Lyon, 198 p.
- Getahun, K., Kelay, B., Bekana, M., & Lobago, F. 2008. Bovine mastitis and antibiotic resistance patterns in Selalle smallholder dairy farms, central Ethiopia. *Tropical animal health and production*, 40(4): 261-268.
- Green, M., & Green, M. J. 2012. *Dairy herd health*: Cabi.
- Grosjean, J., Clavé, D., Archambaud, M., et Pasquier, C. 2011. *Bactériologie et Virologie pratique*, de boeck. 2eme Edition révisée. 290 : 73-76.
- Guillaume, V. 2014. Diversité génétique des isolats de *Staphylococcus aureus* producteurs de toxine de pantone-Valentine isolés au chu de Toulouse. Étude de 37 cas de patients à l'hôpital des enfants. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université Toulouse, France, p107.
- Guinard, J., Rulquin, H., and Vérité, R. 1994. Effect of Graded Levels of Duodenal Infusions of Casein on Mammary Uptake in Lactating Cows. 1. Major Nutrients. *J. Dairy Sci.* 77:2221–2231. Doi: 10.3168/jds.S0022-0302 (94)77165-4.
- Haftu, R., Taddele, H., Gugsa, G., & Kalayou, S. 2012. Prevalence, bacterial causes, and antimicrobial susceptibility profile of mastitis isolates from cows in large-scale dairy farms of Northern Ethiopia. *Tropical animal health and production*, 44(7): 1765-1771.

- 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: 246-263.
- Hamlaoui, M. W., Kayoueche, F.Z., Benmakhlouf, A., Badache, A., Haouar, L. 2019. Influence de quelques paramètres intrinsèques liés à l'animal sur la fréquence des mammites subcliniques des vaches laitières.
- Hanzen, C. 2009. Propédeutique de la glande mammaire : Sémiologie et diagnostic individuel et de troupeau .4, 5P.
- Hanzen, C. 2010. La pathologie infectieuse de la glande mammaire. Etiopathogénie et traitements. Approche individuelle et de troupeau. 63 p.
- Hanzen, C. 2015. Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire. Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques. Approches individuelles et de troupeau des mammites 47P.
- Harding, F. 1995. Milk quality: Springer. London : Blackie Academic & Professional : 25- 26.
- Harouna, A., Zecchini, M., Locatelli, C., Scaccabarozzi, L., Cattaneo, C., Amadou, A., Bronzo, V., Marichatou, H., Boettcher, P., & Zanoni, M. 2009. Milk hygiene and udder health in the periurban area of Hamdallaye, Niger. Tropical animal health and production, 41(5): 705- 710.
- Hovinen, M., & Pyörälä, S. 2011. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. Journal of dairy science, 94(2): 547-562.
- Hultgren, J. 2002. Foot/leg and udder health in relation to housing changes in Swedish dairy herds. Preventive veterinary medicine, 53(3): 167-189.
- Hutton, C. T., Fox, L.K., Hancock, D.D. 1991. Risk factors associated with herd-group milk somatic cell count and prevalence of coagulase-positive staphylococcal intramammary infections. Prev. Vet. Med. 11, 25-35.
- ITELV (Institut technique de l'élevage en Algérie). 2016. L'agriculture : 50ans de labour et labeur. Infos élevage / : Dynamique de développement de la filière lait en Algérie, 4p.
- Jacquinet, S.A. 2009. Evaluation du dépistage des mammites par la conductivité électrique du lait. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. ENV de Toulouse, 134 p.

- Jamali, H., Paydar, M., Radmehr, B., Ismail, S., & Dadrasnia, A. 2015. Prevalence and antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk and dairy products. *Food Control*, 54: 383-388.
- Jamali, H., Radmehr, B., & Ismail, S. 2014. Short communication: prevalence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine clinical mastitis. *Journal of dairy science*, 97(4): 2226-2230.
- Kacimi El Hassani, S. 2013. La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution ? *Mediterranean Journal of social Science* vol 4, N°11, 152-158.
- Karadjole, M., Knezevic, M., Benic, M., Macesic, N., Bacic, G., Karadjole, T., Getz, I., Djuricic, D., Samardzija, M. 2011. The frequency of individual mastitis-causing microorganisms.
- Kateete, D. P., Kabugo, U., Baluku, H., Nyakarahuka, L., Kyobe, S., Okee, M., Najjuka, C. F., & Joloba, M. L. 2013. Prevalence and antimicrobial susceptibility patterns of bacteria from milkmen and cows with clinical mastitis in and around Kampala, Uganda. *PloS one*, 8(5): e63413.
- Kebbal, S., Baazize-Ammi, D., Gharbi, I., Hanzen, C., Guertarni, D. 2020. Etude descriptive des Facteurs de risque des mammites et caractéristiques managériales des exploitations laitières de la Wilaya de Blida. *Revue agrobiologia*.
- Labbe, J.F. 2007. Fonctionnement et dysfonctionnement de la machine à traire. Conférence organisée par le laboratoire Elanco pour les vétérinaire praticiens.
- Latreche, A. 2010. Prévalence et facteurs de risques des mammites subcliniques dans les élevages laitiers ; université de Mohamed Khiader Biskra ; p1.
- Le Marechal, C., Thiery, R., Leloir, Y. 2011. Mastitis impact on technology properties of milk and quality of milk products- review. *Dairy Sc. Technol.*, 91: 247-282.
- Levesque, P. 2003. La méthode de traite passée en revue. L'observation des premiers jets. *Le producteur de lait québécois*. Décembre 2003/ Janvier 2004
- Levesque, P. 2004. Comment les bâtiments et l'équipement influencent-ils la qualité du lait ? Symposium sur les bovins laitiers. CRAAQ. Jeudi 21 octobre 2004.
- Levesque, P. 2006. Identifier les facteurs de risque de la mammite. *Le*



producteur de lait québécois, Octobre.

- MADR. 2016. Ministère de l'agriculture et du développement rural.
- Maga, E. A. 2005. Genetically engineered livestock: closer than we think? Trends in biotechnology, 23(11): 533-535.
- Mahmmoud, Y. S., Toft, N., Katholm, J., Grønbæk, C., & Klaas, I. C. 2013. Bayesian estimation of test characteristics of real-time PCR, bacteriological culture and California mastitis test for diagnosis of intramammary infections with *Staphylococcus aureus* in dairy cattle at routine milk recordings. Preventive veterinary medicine, 112(3) : 309-317.
- Makhoulouf, M., Montaigne, E., Tessa, A. 2015. La politique laitière algérienne : entre sécurité alimentaire et soutien différentiel de la consommation. New Medit N.
- Makris, G., Wright, D.J., Ingham, E., Holland, T.K. 2005. The hyaluronate lyase of *Staphylococcus aureus*- a virulence factor? Microbiology.
- Mamache, B., Rabehi, S., & Meziane, T. 2014. Bacteriological Study of Subclinical Mastitis in Batna and Setif Governorates Algeria. J. Vet. Adv, 4(2): 364-373.
- Markey, B., Leonard, F., Archambault, M., Cullinane, A., & Maguire, D. 2013. Clinical veterinary microbiology: Elsevier health Sciences: 105-433.
- McDougall, S., Parker, K., Heuer, C., & Compton, C. 2009. A review of prevention and control of heifer mastitis via non-antibiotic strategies. Veterinary microbiology, 134(1): 177- 185.
- Meribai, A., Ouarkoub, M., Bensoltane, A. 2016. La problématique de la production et d'importation du lait en Algérie : état des lieux, aspects déficitaires et perspectives Volume 35(7).
- Mezine, S.M.C. 2006. Analyse descriptive des facteurs de risque liés aux mammites dans les élevages d'une clientèle des Ardennes appliquant la démarche GTV partenaire. Thèse pour le doctorat vétérinaire. ENV d'Alfort. 146 p.
- Mir, A. Q., Bansal, B., & Gupta, D. 2014. Subclinical mastitis in machine milked dairy farms in Punjab : prevalence, distribution of bacteria and current antibiogram. Veterinary World, 7(5).

- Moges, N., Hailemariam, T., Fentahun, T., Chanie, M., & Melaku, A. 2012. Bovine mastitis and associated risk factors in smallholder lactating dairy farms in Hawassa, southern Ethiopia. *Global Veterinaria*, 9(4): 441-446.
- Molenaar, A., Kuys, Y., Davis, S., Wilkins, R., Mead, P., & Tweedie, J. 1996. Elevation of lactoferrin gene expression in developing, ductal, resting, and regressing parenchymal epithelium of the ruminant mammary gland. *Journal of dairy science*, 79(7) : 1198-1208.
- Moser, A., Stephan, R., Corti, S. et Johler, S. 2013. Comparison of genomic and antimicrobial resistance features of latex agglutination test-positive and latex agglutination test-negative *Staphylococcus aureus* isolates causing bovine mastitis. *J. Dairy Sci.* 96:329–334.
- M'Sadak, Y., Makhlof, M., Hamedi, S. 2014. Maintenance of the running conditions of the milking machines in pot for cows in Sousse region (Tunisia). *Revue Agriculture*. 07 - 20 – 29.
- M'sadak, Y., Mighri, L. 2015. Analyse descriptive des facteurs d'évolution des numérations cellulaires individuelles du lait chez des petits troupeaux bovins hors sol dans la région de Monastir (Tunisie). *Algerian journal of arid environnement*. Vol. 5, n°2, Décembre : 3-16.
- Mtaallah, Oubey, Z., Hammam, H. 2002. Estimation des pertes de production en lait et des facteurs de risque des mammites subcliniques à partir des numérations cellulaires de lait de tank en élevage bovin laitier<sup>o</sup>B.
- Mungube, E., Tenhagen, B.-A., Kassa, T., Regassa, F., Kyule, M., Greiner, M., & Baumann, M. 2004. Risk factors for dairy cow mastitis in the central highlands of Ethiopia. *Tropical animal health and production*, 36(5): 463-472.
- Nadjraoui, D. 2001. FAO Country Pasture / Forage resource Profiles : Algeria [http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/A\\_lgeria.htm](http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/A_lgeria.htm).
- Noireterre, P. 2006. Suivis de comptages cellulaires et d'examen 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.

- Odongo, M.O., Ndung'u, T.N., Mulei, C.M., Macharia, J., Nduhiu, J. 2014. Prevalence of microbial causes of bovine mastitis in the Kabete area of Kiambu contry and its environs (2001-2010), published 2014-02-04.
- Oliver, S.P., Gillespie, B.E., Headrick, S.J., Moorehead, H., Lunn, P., Dowlen, H.H., Johnson, D.L., Lamar, K.C., Chester, S.T., Moseley, W.M. 2004. Efficacy of extended ceftiofur intramammary therapy for treatment of subclinical mastitis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 87, 2393-2400.
- Otto, M. 2008. Staphylococcal biofilms. In *Bacterial biofilms* (pp. 207-228). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Ouakli, T., Yakhlef, H. 2003. Performances et modalités de production laitière dans la Mitidja. *Annales de la recherche agronomique INRAA ; N°6*, 32p.
- Oviedo-Boyso, J., Valdez-Alarcón, J. J., Cajero-Juárez, M., Ochoa-Zarzosa, A., LópezMeza, J. E., Bravo-Patino, A., & Baizabal-Aguirre, V. M. 2007. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenic bacteria responsible for mastitis. *Journal of Infection*, 54(4) : 399-409
- Petzl, W., Zerbe, H., Günther, J., Yang, W., Seyfert, H.-M., Nürnberg, G., & Schuberth, H.-J. 2008. *Escherichia coli*, but not *Staphylococcus aureus* triggers an early increased expression of factors contributing to the innate immune defense in the udder of the cow. *Veterinary research*, 39(2): 1-23.
- Pitkala, A., Haveri, M., Pyorala, S., Mylly, V., Honkanen, B. 2004. Bovine mastitis in Finland 2001: prevalence, distribution of bacteria, and antimicrobial resistance. *J. Dairy Sci.* 87, 2433-2441.
- Plozza, K., Lievaart, J., Potts, G., & Barkema, H. 2011. Subclinical mastitis and associated risk factors on dairy farms in New South Wales. *Australian veterinary journal*, 89(1-2): 41-46
- Poutrel, B., Bareille, S., Lequeux, G., Leboeuf, F. 2018. Prevalence of Mastitis Pathogens in France: Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* and *Escherichia coli*. *Journal of Veterinary Science & Technology*.
- Pyorala, S. 2002. New strategies to prevent mastitis. *Reproduction Domestic Animal*, 37(4), pp. 211–216.

- Pyörälä, S., Taponen, S. 2009. Coagulase-negative staphylococci—emerging mastitis pathogens. *Veterinary microbiology*, 134(1): 3-8.
- Quinn, P. J., Markey, B. K., Leonard, F. C., FitzPatrick, E. S., Fanning, S., & Hartigan, P. 2011. *Veterinary microbiology and microbial disease*: John Wiley & Sons.
- Quinn, P. J., Carter, M. E., Maeker, B. K. et Carter, G.R., 1994. *Clinical Veterinary Microbiology*. Mosby, London, 648 pp.
- Radostits, O. M., Leslie, K., & Fetrow, J. 1995. *Herd health: food animal production medicine*: WB Saunders company.
- Radostits, O.M., GAY, C.C., Hinchcliff, K.W. 2006. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. Elsevier Health Sciences.
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Hinchchiff, K.W., & Constable, P. D. 2007. *A Textbook of the Disease of cattle, sheep, pigs and goats*. London : Ballieer, Tindall.
- Rahmeto, A., Hagere, H., Mesele, A., Bekele, M., Kassahun, A. 2016. Bovine mastitis: prevalence, risk factors and isolation of *Staphylococcus aureus* in dairy herds at Hawassa milk shed, South Ethiopia.
- Rahmouni Alami, I., Mazouz, A. 2003. Etude des protocoles de traitement des mammites bovines au Maroc (Enquêtes de terrain), XXème congrès vétérinaire Maghrébin, Fès, Maroc , Ecole nationale vétérinaire, Hassan II.
- Rainard, P., Riollet, C. 2003. Mobilization of neutrophils and defense of the bovine mammary gland. *Reproduction Nutrition Development*, 43(5) : 439-457.
- Rakotozandrindrainy, R., Razafindrajaona, J., & Foucras, G. 2007. Diagnostic rapide à la ferme des mammites subcliniques des vaches laitières du triangle laitier des hautes terres de Madagascar. *Revue de médecine vétérinaire*, 158(2) : 100.
- Rattez, C. 2017. Les mammites Subcliniques en élevage bovin laitier :antibiothérapie et alternatives\_Thèse pour le diplôme d'état de Docteur en pharmacie universitaire de Rouen UFR de medecine de pharmacie. P57.
- Rebaihi, S. 2012. Caractérisation de souches de *Staphylococcus aureus* et étude de leur antibiorésistance au niveau du centre Hospitalo-Universitaire de Tlemcen. Thèse. Doct.p.14.
- Rémy, D. 2010. *Les mammites*. France Agricole éditions, Paris, France. 262 p.
- Risco, C., Melendez, P. *Dairy production medicine*. 2011. John Wiley & Sons, Chichester, United Kingdom.791 p.

- Roy, J.P., Descoteaux, L., Dutremblay, D., Beaudrey, F., Elsener, J. 2009. Efficacy of a 5-day extended therapy program during lactation with cephapirin sodium in dairy cows chronically infected with *Staphylococcus aureus*. *Can. Vet. J.* 50, 1257-1262.
- Royster, E., Wagner, S. (2015). Treatment of mastitis in cattle. *The veterinary clinics food Animal Practice.*, 31, pp.17–46.
- Rupp, R., Boichard, D., Bertrand, C., Bazin, S. 2000. Bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises. *INRA Prod. Anim.*, 13 (4), 257-267.
- Saidi, R., Khelef, D., & Kaidi, R. 2013. Evaluation d'un test de dépistage précoce des mammites subcliniques des vaches. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 63(3-4).
- Seegers, H., Fourichon, C., Beaudeau, F. 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* 34:475-491.
- Shyaka, 2007. Diagnostic des mammites cliniques et subcliniques en élevage bovin laitier intensif (cas de la ferme de wayembam).
- Skouri, M. 1993. La désertification dans le bassin Méditerranéen : Etat actuel et tendance. In *Etat de l'agriculture en Méditerranée. Les sols dans la région méditerranéenne : utilisation gestion et perspective d'évolution. Cahiers Options Méditerranéennes*, v 1(2), 23-37.
- Smith, E.M., Green, L.E., Medley, G.F., Bird, H.E., Dowson, C.G. 2005. Multilocus sequence typing of *Staphylococcus aureus* isolated from high-somatic-cell-count cows and the environment of an organic dairy farm in the United Kingdom. *J. Clin. Microbiol.* 43, 4731-4736.
- Sol, J., Sampimon, O.C., Snoep, J.J., Schukken, Y.H. 1997. Factors associated with bacteriological cure during lactation after therapy for subclinical mastitis caused by *Staphylococcus aureus*. *J. Dairy Sci*, 80, 2803-2808.
- Sordillo, L. M. 2005. Factors affecting mammary gland immunity and mastitis susceptibility. *Livestock Production Science*, 98(1): 89-99.
- Sordillo, L. M., & Streicher, K. L. 2002. Mammary gland immunity and mastitis susceptibility. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 7(2) : 135-146.

- Sudhan, N., Singh, R., Singh, M., & Soodan, J. 2005. Studies on prevalence, etiology and diagnosis of subclinical mastitis among crossbred cows. *Indian Journal of Animal Research*, 39(2): 127-130.
- Swinkels, J.M., Hogeveen, H., Zadoks, R.N. 2005. A partial budget model to estimate economic benefits of lactational treatment of subclinical *Staphylococcus aureus* mastitis. *J. Dairy Sci.*, 88, 4273-4287.
- Taponen, S., Koort, J., Bjorkroth, J., Saloniemi, H., Pyorala, S. 2006. Bovine intramammary infections caused by coagulase-negative *Staphylococci* may persist throughout lactation according to amplified fragment length polymorphism-based analyses. *Journal of Dairy Science*, 90:3301-3307.
- Tchassou, T.K. 2009. Enquête épidémiologique sur les mammites subcliniques dans les élevages bovins laitiers périurbains à Dakar, Thèse de PFE, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie, Dakar : 143p.
- Thomas, V., de Jong, A., Moyaert, H., Simjee, S., El Garch, F., Morrissey, I., Marion, H., & Vallé, M. 2015. Antimicrobial susceptibility monitoring of mastitis pathogens isolated from acute cases of clinical mastitis in dairy cows across Europe : Vet Path results. *International journal of Antimicrobial agents*, 46(1) : 13-20.
- Thrusfield, M. 2005. *Veterinary epidemiology: Determinants of disease*. Blackwell publishing 76.
- Tolosa, T., Verbeke, J., Piepers, S., Supré, K., & De Vlieghe, S. 2013. Risk factors associated with subclinical mastitis as detected by California Mastitis Test in smallholder dairy farms in Jimma, Ethiopia using multilevel modelling. *Preventive veterinary medicine*, 112(1): 68-75.
- Tome 4, *Splanchnologie II*. Paris : Vigot, 896 p.
- Vanderhaeghen, W., Cerpentier, T., Adriaensen, C., Vicca, J., Hermans, K., Butaye, P. 2010. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ST398 Associated with Clinical and Subclinical Mastitis in Belgian Cows, p 7.
- Viguier, C., Arora, S., Gilmartin, N., Welbeck, K., & O'Kennedy, R. 2009. Mastitis detection: current trends and future perspectives. *Trends in biotechnology*, 27(8): 486-493.

- Villards, S. 2017. Les infections mammaires chez la vache laitière. Démarche dans le cadre du diagnostic collectif. Thèse de Docteur Vétérinaire. L'université Claude Bernard - Lyon I (Médecine - Pharmacie).
- Vitko, N. P., & Richardson, A. R. 2013. Laboratory maintenance of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Current protocols in microbiology*, 28(1), 9C-2.
- Wang, D., Wang, Z., Yan, Z., Wu, J., Ali, T., Li, J., Lv, Y., & Han, B. 2015. Bovine mastitis *Staphylococcus aureus*: Antibiotic susceptibility profile, resistance genes and molecular typing of methicillin-resistant and methicillin-sensitive strains in China. *Infection, Genetics and Evolution*, 31: 9-16.
- Wattiaux Michel, A. Mammite : Prévention et détection. Institut Babcock.
- Xu, J., Tan, X., Zhang, X., Xia, X., & Sun, H. 2015. The diversities of staphylococcal species, virulence and antibiotic resistance genes in the subclinical mastitis milk from a single Chinese cow herd. *Microbial pathogenesis*, 88 : 29-38.
- Yakhlef, H. 1989. La production extensive de lait en Algérie. Options Méditerranéennes. In : Tisserand J.-L. (Ed.). *Le lait dans la région méditerranéenne*. Paris : Ciheam (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 6), 135- 139P.
- Yakhlef, H., Madani, T., Ghozlane, F., Bir, A. 2010. Rôle de matériel animal et de l'environnement dans l'orientation des systèmes d'élevage bovin en Algérie. 8ème JSV, ENSV, Alger.
- Yves, L. L., & Michel, G. A. 2009. *Staphylococcus aureus*. Lavoisier
- Zuniga, E., Melville, P. A., Saidenberg, A. B., Laes, M. A., Gonsales, F. F., Salaberry, S. R., Gregori, F., Brandão, P. E., dos Santos, F. G., & Lincopan, N. E. 2015. Occurrence of genes coding for MSCRAMM and biofilm-associated protein Bap in *Staphylococcus* spp. isolated from bovine subclinical mastitis and relationship with somatic cell counts. *Microbial pathogenesis*, 89: 1-6.

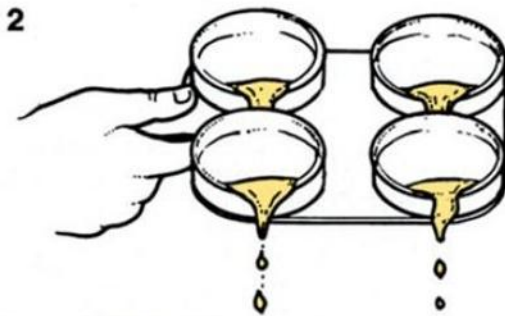
#### **Sites Web :**

- Anonyme (1) : MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) (2019). Direction des services statistiques. <http://madrp.gov.dz/>. CNIS. (2019).
- Anonyme( 2) : <http://madrp.gov.dz/> 2020.

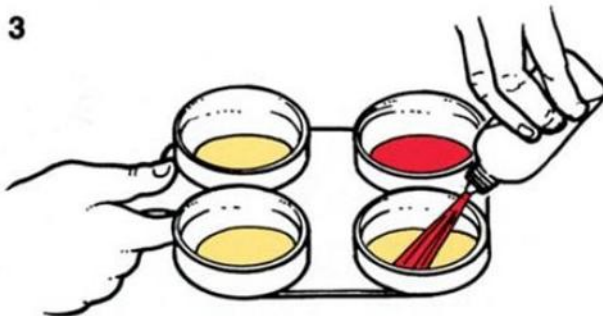
## Annexe 1 : La réalisation du test de mammite de Californie (CMT)



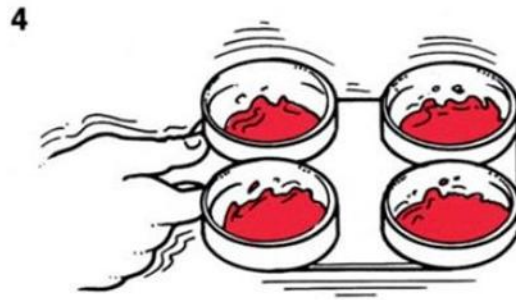
Foremilk is discarded and one or two squirts of milk are drawn from each quarter into a paddle dish.



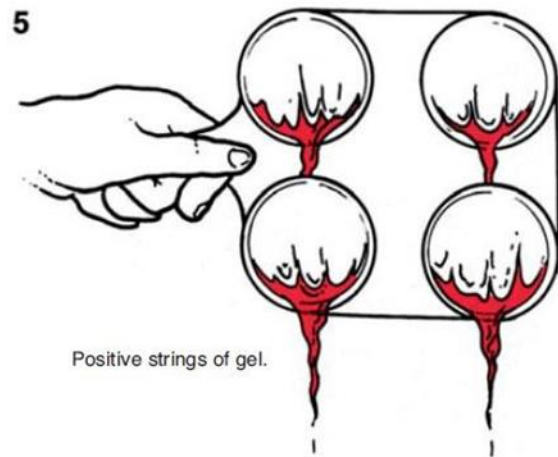
Excess milk is discarded.



An equal volume of CMT reagent is added to the milk.



The milk and the reagent are mixed.







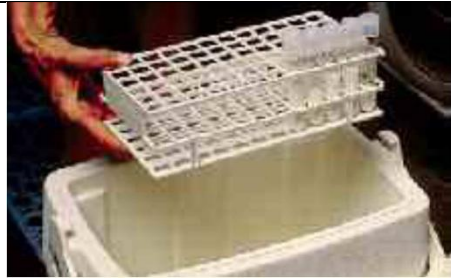



Positive strings of gel.

Solutions are examined for the presence of a 'gel' or 'slime' reaction: gelatinous 'strings' indicate a high cell count quarter.



## Annexe 2 : Méthode de prélèvement aseptique de lait de quartier

	
<p><b>1</b> Etiqueter le tube stérile en indiquant le n° de la vache, le quartier prélevé et la date</p>	<p><b>2</b> Le pis doit être propre et sec</p>
	
<p><b>3</b> Essuyer l'extrémité de chaque trayon avec du coton et de l'alcool à 70°. Désinfecter d'abord les trayons les plus éloignés et ensuite les plus proches.</p>	<p><b>4</b> Débuter par échantillonner le trayon le plus près et en extraire deux jets.</p>
	
<p><b>5</b> Prendre un tube stérile et enlever le capuchon en évitant toute contamination</p>	<p><b>6</b> Incliner le tube au maximum en évitant le contact avec la peau du trayon. Recueillir deux jets.</p>
	
<p><b>7</b> Remettre le capuchon et placer au froid. Mettre les échantillons au congélateur en cas de conservation prolongée.</p>	<p><b>8</b> Répéter les étapes de 4 à 7 en procédant un trayon à la fois du plus près de l'opérateur au plus éloigné.</p>

