

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Enquête épidémiologique sur les mammites caprines dans
quelques élevages de la région de Tizi-Ouzou et de Boumerdes**

Présenté par
BEGRICHE Katia

Soutenu le : 03 Juillet 2024

Devant le jury :

Présidente :	KHELIFI-TOUHAMI Nadjet	Professeur	ISV Blida-1
Examineur :	KEBBAL Seddik	M.C.A	ISV Blida-1
Promoteur :	AKKOU Madjid	M.C.A	ISV Blida-1
Co-promoteur :	BENTAYEB Lamia	M.A.A	FSNV Blida-1

Année : 2023-2024



Remerciements

Tout d'abord, je souhaite exprimer ma gratitude à « **Dieu Le Tout-Puissant** », pour m'avoir donné la volonté, la santé et la patience afin de réaliser et achever ce travail.

Je tiens à remercier mon promoteur **Dr AKKOU Madjid**, Maître de Conférences A, à l'institut des Sciences Vétérinaire de Blida-1 pour avoir mis à ma disposition les ressources nécessaires à la réalisation de ce projet, grâce à son encadrement attentif, ses conseils éclairés et sa disponibilité constante tout au long de ce travail. Sa guidance experte a été une source d'inspiration et de motivation, et a grandement enrichi mon expérience de recherche.

Un merci particulier est adressé à ma Co-promotrice **Dr BENTAYEB Lamia** pour son aide précieuse, son soutien constant et sa collaboration étroite tout au long de la réalisation de ce projet. Son expertise et son dévouement ont été d'une valeur inestimable, et ont contribué de manière significative à la réussite de ce travail.

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus chaleureux à **Dr KHELIFI-TOUHAMI Nadjet**, Professeur à l'Institut des Sciences Vétérinaire de Blida-1, pour avoir fait l'honneur d'accepter l'évaluation de ce travail

Je tiens à remercier vivement **Dr KEBBAL Seddik**, Maître de Conférences A, à l'Institut des Sciences Vétérinaire de Blida-1 pour l'intérêt qu'il a accordé au sujet, et pour avoir fait l'honneur d'accepter l'évaluation de mon travail.

Je souhaite exprimer ma sincère gratitude à **Mr TITOUCHE Yacine**, Maître de Conférences A, à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, de m'avoir accueillie au sein de son laboratoire ainsi que pour la liberté d'action qu'il m'a donné à chaque étape de la réalisation de ce travail.

Mes pensées vont également à ma famille et à mes proches, pour leur amour, leur soutien inconditionnel et leur compréhension tout au long de cette période exigeante. Ainsi que l'ensemble des vétérinaires qui ont contribué à mon aide.

Enfin, je voudrais adresser mes remerciements à toutes les personnes qui par leurs conseils, leur collaboration ou leur soutien moral et leur amitié, ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

A mes chers parents et mon frère,

À vous qui m'avez guidé, soutenu et aimé à chaque étape de ma vie, je dédie ces mots remplis de gratitude et d'amour. Votre soutien indéfectible, votre amour inconditionnel et vos sacrifices ont façonné la personne que je suis aujourd'hui.

Merci pour vos conseils avisés, vos encouragements constants et votre présence réconfortante dans les moments difficiles. Vous êtes mes piliers, ma force et ma source d'inspiration.

Que ces quelques lignes expriment toute la profondeur de mon amour et de ma reconnaissance envers vous. Je suis infiniment reconnaissante d'avoir des parents aussi exceptionnels que vous. Que dieu vous garde pour moi et vous protège.

Katia

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumés

I. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION.....	1
1. Etat des lieux de la filière caprine en Algérie.....	2
1.1. Généralités sur le lait.....	2
1.2. Filière caprine en Algérie.....	2
1.3. Répartition du cheptel caprin en Algérie.....	3
1.4. Principales races caprines en Algérie.....	3
1.5. Alimentation des chèvres.....	4
1.6. Systèmes d'élevage.....	4
1.6.1. Caprin laitier.....	4
1.6.2. Caprin viandeux.....	5
1.6.3. Caprin mixte.....	5
1.7. Productions caprines et chaîne de valeur.....	5
1.7.1. Production laitière.....	5
1.7.2. Collecte du lait et transformation.....	6
1.7.3. Production de la viande.....	6
1.8. Contraintes de la filière caprine locale.....	7
1.9. Variation de la production et de la composition du lait.....	8
2. Infections intramammaires caprines.....	9
2.1.Mammmites caprines : définition et importance.....	9
2.2. Classification des mammmites.....	9
2.2.1. Mammmites cliniques.....	9
2.2.2.Mammmites subcliniques.....	10
2.3.Etiologie bactérienne des mammmites caprines.....	10
2.3.1.Classification des agents pathogènes.....	11
2.3.2. Etiologie des mammmites cliniques.....	11
2.3.3.Etiologie des mammmites subcliniques.....	12
2. 4. Facteurs de risque d'une infection intramammaire chez la chèvre.....	13
2.5. Méthodes de diagnostic.....	14

2.5.1. Diagnostic clinique	15
2.5.2. Diagnostic expérimental.....	15
2.5.2.1. Méthodes directes de dénombrement des cellules du lait	15
2.5.2.2. Méthodes indirectes de dénombrement des cellules du lait.....	16
2.5.3. Diagnostic étiologique	17
2.5.4. Diagnostic bactériologique.....	17
2.5.5. Autres méthodes	18
2.6. Traitement	18
2.6.1. Particularités du traitement chez la chèvre.....	18
2.6.2. Objectifs du traitement.....	19
2.6.3. Traitement au cours de la lactation	19
2.6.4. Traitement au tarissement.....	20
2.7. Prophylaxie.....	20
2.7.1. Contrôle des sources de la transmission	20
2.7.1.1. Dépistage et réforme.....	20
2.7.1.2. Sécurisation de l'environnement.....	21
2.7.1.3. Bonnes conditions de traite.....	21
2.7.2. Contrôle de la sensibilité des animaux	23
2.7.2.1. Traitement préventif au tarissement.....	23
2.7.2.2. Vaccination.....	23

II. PARTIE PRATIQUE

1. Cadre de la recherche	24
1.1. Objectifs de l'étude	24
1.2. Plan pratique	24
1.3. Zone de l'étude.....	24
1.3.1. Description des wilayas d'étude.....	24
1.3.2. Présentation des régions.....	25
2. Matériel et méthodes	25
2.1. Matériel.....	25
2.2. Méthodes	26
2.2.1. Population de l'étude et échantillonnage.....	26
2.2.2. Enquête sur les mammites au sein des élevages.....	27
2.2.3. Isolement et caractérisation phénotypique des staphylocoques.....	29
2.2.3.1. Culture bactérienne et isolement.....	29

2.2.3.2. Identification des staphylocoques.....	29
2.2.3.3. Sensibilité des isolats aux antibiotiques.....	33
2.2.4. Synthèse des données et analyse.....	34
3. Résultats	35
3.1. Distribution géographique de la population de l'étude et échantillonnage	35
3.2. Paramètres liés aux pratiques de l'élevage dans notre population de l'étude.....	35
3.3. Conduite d'élevages caprins et caractéristiques des pratiques de la traite.....	36
3.4. Prévalence des mammites chez les chèvres.....	37
3.4.1. Variation inter-cheptel de la prévalence des mammites	37
3.4.2. Variation individuelle des mammites caprines.....	38
3.5. Facteurs de variation de la prévalence des mammites.....	38
3.6. Analyse microbiologique.....	38
3.7. Impact des staphylocoques sur la santé de la mamelle chez la chèvre.....	38
3.8. Identification biochimique d'une sélection de <i>S. non aureus</i>	38
3.9. Résistance aux antibiotiques des <i>S. aureus</i>	39
3.10. Profils de résistance des <i>S. aureus</i> aux antibiotiques.....	39
4. Discussion	40
4.1. Echantillon animal et critères d'inclusion.....	40
4.2. Prévalence et importance des mammites.....	40
4.3. Analyse bactériologique et isolement des staphylocoques.....	41
4.4. Résistance aux antibiotiques de <i>S. aureus</i>	42
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	44
Références bibliographiques	45
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau	Intitulé	Page
01	Comparaison de la composition du lait de différentes espèces	02
02	Test au Teepol : mesure de la concentration cellulaire et degré de réaction de CMT	17
03	Répartition géographique et échantillonnage des chèvres au sein des élevages	35
04	Description des paramètres liés aux pratiques de l'élevage de chèvres	36
05	Conduite d'élevage caprin et caractéristiques des pratiques de la traite	37

Liste des figures

Figure	Intitulé	Page
01	Etiologie des mammites subcliniques chez la chèvre	13
02	Dépistage des mammites subcliniques par le Californian Mastitis Test (CMT)	27
03	Réaction Teepol-lait positive des deux trayons chez la chèvre	28
04	Mise en évidence de la présence de la catalase	30
05	Test de la désoxyribonucléase	30
06	Test positif de la coagulase	31
07	Préparation et inoculation de la galerie API Staph	32
08	Lecture des galeries API Staph	33
09	Estimation des diamètres des zones d'inhibition	34

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
ADN	Acide Désoxyribonucléique
BHIB	Brain Heart Infusion Broth
CMT	Californian Mastitis Test
DNase	Désoxyribonucléase
DO	Densité Optique
HCL	Acide Chlorhydrique
kPa	Kilopascal
MSC	Mammite subclinique
NIT	Nitrate réductase
PCR	Polymerase Chain Reaction
SCN	<i>Staphylococcus</i> à Coagulase Négative
UFC	Unité Formant Colonie
VP	Voges-Proskauer

Résumé

Pour déterminer la prévalence des mammites, les facteurs de risque associés, la fréquence d'implication des staphylocoques ainsi que leur sensibilité aux antibiotiques, nous avons mené notre enquête au sein de 8 élevages de chèvres à Tizi-Ouzou et Boumerdes. Ainsi, parallèlement à une enquête de questionnaire, 179 chèvres en lactation ont été examinées cliniquement puis dépistées par le CMT. Des échantillons de lait-trayon mammitieux ont été prélevés et soumis aux analyses bactériologiques. Une sélection de staphylocoques a été identifiée par galerie biochimique et les *S. aureus* ont été soumis à l'antibiogramme.

Du point de vue santé de la mamelle, 79 (44,13%) chèvres ont présenté au moins un trayon mammitieux. Les prévalences les plus élevées étaient constatées chez les chèvres âgées de 2 à 6 ans, ayant de 4 à 6 lactations notamment après 3 mois de traite. Dans l'ensemble, 120 (33,51%) trayons étaient atteints de mammites, dont 116 laits mammitieux étaient analysés. 52,58% (61/116) des trayons étaient infectés par des Staphylocoques. De ces derniers, 47 (40,51%) étaient des *Staphylococcus non-aureus* et 14 (12,06%) des *S. aureus*. L'identification biochimique des *Staphylococcus non-aureus* a permis de distinguer des *S. warneri*, *S. hominis*, *S. capitis*, *S. simulans*, *S. xylosus* et *S. auricularis*. Parmi les 14 isolats de *S. aureus* soumis à l'antibiogramme, la résistance à la tétracycline était de 21,42% et celle de la pénicilline, la clindamycine et l'érythromycine était de 14,28%. Nos résultats traduisent la nécessité d'améliorer les mesures de lutte contre les mammites et le besoin de soutenir l'utilisation responsable des antibiotiques.

Mots clés : chèvres, mammites, staphylocoques, facteurs de risque, antibiorésistance.

Abstract

To determine the prevalence of mastitis, associated risk factors, frequency of staphylococcal involvement, and their antibiotic sensitivity, we conducted a study in 8 goat farms located in Tizi-Ouzou and Boumerdes. Alongside a questionnaire survey, 179 lactating goats were clinically examined and screened using CMT. Milk samples from goats with mastitis-affected teats were collected and subjected to bacteriological analysis. A selection of staphylococci was identified using biochemical tests, and the *S. aureus* strains were subjected to antibiotic susceptibility testing. Regarding udder health, 79 goats (44,13%) had at least one mastitis-affected teat. The highest prevalence was observed in goats aged between 2 and 6 years, with 4-6 lactation, particularly after 3 months of milking. Overall, 120 teats (33,51%) were affected by mastitis, of which 116 milk samples were analyzed. Staphylococci infected 61 (52,58%) of the 116 analyzed teats. Among these, 47 (40,51%) were *non-aureus staphylococci*, and 14 (12,06%) were *S. aureus*. Biochemical identification of the *non-aureus staphylococci* revealed the presence of *S. warneri*, *S. hominis*, *S. capitis*, *S. simulans*, *S. xylosus*, and *S. auricularis*. Of the 14 *S. aureus* isolates subjected to antibiotic susceptibility testing, resistance to tetracycline was found in 21,42%, and resistance to penicillin, clindamycin, and erythromycin was found in 14,28%. Our findings highlight the necessity of improving mastitis control measures and supporting the responsible use of antibiotics.

Keywords: goats, mastitis, staphylococci, risk factors, antibiotic resistance.

ملخص

لتحديد مدى انتشار التهاب الضرع، وعوامل الخطر المرتبطة به، وتواتر مشاركة الإصابة بالمكورات العنقودية وحساسيتها للمضادات الحيوية، قمنا بإجراء دراسة على مستوى 8 مزارع تربية ماعز في ولايتي تيزي وزو وبومرداس. بالتوازي مع استغلال معلومات الاستبيان تم فحص 179 ماعز مرضعة التي خضعت للفحص المرئي والظاهري متبوع بفحص CMT. أخذنا عينات من حليب ضرع مصاب وأخضعت للتحاليل البكتريولوجية. بعد انتقاء مجموعة مختارة من المكورات العنقودية وإخضاعها لتحاليل الكيمياء الحيوية وتم إخضاع المكورات العنقودية الذهبية لاختبار الحساسية للمضادات الحيوية. فيما يتعلق بصحة الضرع، تبين لنا من خلال النتائج المحصل عليها ان لدى 79 (44.13%) من الماعز حلما واحدة على الأقل مصابة بالتهاب الضرع. وعلاوة على ذلك فان أعلى معدلات الانتشار خصت الماعز التي تتراوح أعمارها بين 2 و6 سنوات، والتي تقدر نسبة رضاعتها من بين 4 إلى 6 رضاعات بعد 3 أشهر من الحلب. بشكل عام، تم تسجيل إصابة 120 (33.51%) حلما بالتهاب الضرع، منها 116 حليب ناتج عن التهاب الضرع تم تحليلها. 52.58% (61/116) من الحلما كانت مصابة بالمكورات العنقودية. منها 47 (40.51%) كانت مصابة بالمكورات الغير الذهبية و14 (12.06%) من المكورات العنقودية الذهبية. كما سمحت تحاليل الكيمياء الحيوي للمكورات العنقودية غير الذهبية بشرط السلالات وتصنيفها الى: بكتيريا عنقودية كزيلولوس، بكتيريا عنقودية بشرية، بكتيريا عنقودية كابيتيس، بكتيريا العنقودية وارنيري، المكورات العنقودية الأذنية، بكتيريا عنقودية سمولنز. من بين 14 عزلة للمكورات العنقودية الذهبية التي خضعت لاختبار الحساسية للمضادات الحيوية، كشف عن إيجابية مقدرة بالنسب: 21.42% مقاومة للتراسيكلين و14.28% للبنسلين، الكلينداميسين والإريثروميسين. تعكس نتائجنا الحاجة إلى تحسين التدابير لمكافحة التهاب الضرع والحاجة إلى دعم الاستخدام المسؤول للمضادات الحيوية

الكلمات المفتاحية: الماعز، التهاب الضرع، المكورات العنقودية، عوامل الخطر، مقاومة المضادات الحيوية.

Introduction

Au-delà de l'importance culturelle et nutritionnelle du lait, la filière laitière occupe une place centrale dans le paysage agricole et alimentaire, en termes d'économie, de gestion du territoire, de bassin d'emploi et de développement dans le monde, tant pour la production que pour la transformation (**Leonil et al., 2022**). Avec l'intensification des élevages caprins et le modèle de production qui cherche à maximiser la productivité et la rentabilité, la question du respect du bien-être animal prend de plus en plus d'ampleur. Les mammites représentent un gros fardeau pour l'industrie laitière en raison de l'altération de la qualité du lait et de l'augmentation du coût de production (**Oget, 2019**). Elles se définissent comme étant l'inflammation d'un ou de plusieurs trayons de la glande mammaire, caractérisée par des changements physiques, chimiques et microbiologiques de la sécrétion lactée, ainsi que des modifications pathologiques dans le tissu mammaire (**Hanzen, 2015**). Leur diagnostic est l'une des clés pour limiter leurs effets (**Mir et Sadki, 2018**).

L'élevage caprin fait partie des axes majeurs des projets de développement actuels, notamment en milieu montagnard : son ancrage traditionnel et l'excellente adaptation de ces animaux à leur environnement sont des bases solides sur lesquelles peuvent s'appuyer des initiatives nouvelles (**Hammaz, 2014**). La qualité microbiologique du lait caprin produit localement reste tributaire de la santé de la mamelle et des conditions d'hygiène dans la chaîne de production. De par l'incidence des mammites, la santé humaine peut se trouver compromise par la présence d'agents pathogènes et ou des toxines dans le lait ainsi que les résidus d'antibiotiques résultant de leurs traitement (**Chartier, 2009**). En effet, *S. aureus* demeure un des principaux pathogènes responsables de mammites, quoique de façon très variable selon les pays et les régions. Ces bactéries peuvent causer des toxi-infections alimentaires et nuire ainsi à la santé des consommateurs. Sachant que les habitudes culinaires de certaines personnes les obligent à consommer du lait soit sous sa forme crue ou bien transformé en produits laitiers traditionnels. C'est dans ce contexte qu'il nous a paru intéressant de mener notre enquête épidémiologique sur les chèvres en lactation visant à :

- ✚ estimer la prévalence des mammites cliniques et subcliniques chez les chèvres ;
- ✚ analyser les facteurs de variation associés aux mammites cliniques et subcliniques ;
- ✚ identifier l'étiologie bactérienne et évaluer le taux d'implication des staphylocoques en infections intramammaires ainsi que la résistance des *S. aureus* aux antibiotiques.

I. PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Etat des lieux de la filière caprine en Algérie

1.1. Généralités sur le lait

Le lait a été défini de façon officielle dès 1908 lors du 1^{er} Congrès International pour la Répression des Fraudes Alimentaires et Pharmaceutiques : « *Produit intégral de la traite complète et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée* » (Berthelot, 2018).

Produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères, destiné à l'alimentation du jeune animal naissant. Au-delà de cette fonction, le lait peut être transformé en plusieurs produits alimentaires (Vuillemand, 2018). Cet aliment intéresse tout spécialement les humains compte tenu de sa composition qui en fait un aliment avec des caractéristiques nutritionnelles également adaptées à notre espèce (Perreau, 2014).

Tableau 1 : Comparaison de la composition du lait de différentes espèces (Pradal, 2012)

Constituants	Lait de chèvre (g/Kg)	Lait de brebis (g/Kg)	Lait de vache (g/Kg)
Eau	900-920	830-850	890-910
Matière sèche	115-117	184-190	120-130
Matières grasses	33-38	70-75	36-40
Matières azotées	28-30	55-65	32-34
-Caséine	18	48	24
-Protéines solubles	8	10	7
-Azote non protéique	3	2	2
Lactose	47-48	47-48	48-50
Matières minérales	7-8	11-12	7-8
Poids du litre	1030	1038	1032
pH	6,4-6,8 soit 12 à 14°D	6,6-6,65 soit 18-22°D	6,65-6,85 soit 16 à 18°D

1.2. Filière caprine en Algérie

Les caprins sont élevés pour leurs aptitudes de valorisation des ressources pastorales pauvres et difficilement accessibles pour les autres ruminants, l'importance du caprin tient également de sa productivité intéressante en lait le mettant en avant pour être le pourvoyeur du lait des ménages pastoraux. Par ailleurs, sa production réduite en viande, car issue uniquement des ressources

spontanées, a longtemps plaidé pour un usage orienté à l'autoconsommation ou pour financer les dépenses quotidiennes. Les sous-produits de l'élevage caprin (peaux et poils) sont utilisés pour différents usages (tissage, récipients...). Les produits caprins sont d'une grande importance à l'échelle mondiale. Ils contribuent grandement à l'alimentation humaine dans les pays en voie de développement (**Boyazoglu et al., 2005**). En Algérie aussi, l'élevage caprin compte parmi les activités agricoles les plus importantes dans les régions rurales (**Laouadi et al., 2018**). Il fournit notamment les ménages de ces régions en lait et en viande qui sont des sources nutritionnelles de haute valeur.

1.3. Répartition du cheptel caprin en Algérie

Selon les estimations de la **FAO (2020)**, le cheptel caprin Algérien a atteint un effectif de plus 4,9 millions de têtes en 2018 et occupe la troisième place, après les ovins et les bovins. Bien que la majeure partie des effectifs caprins soit présente dans les zones steppiques et subdésertiques, le caprin est élevé dans toutes les zones agro-écologiques. Les statistiques en donnent la répartition suivante sur le territoire national :

- 8,62 % dans le littoral et sublittoral
- 18,75 % dans l'Atlas tellien
- 17,81 % dans les hautes plaines telliennes
- 21,54 % dans les hautes plaines steppiques
- 33,26 % dans Atlas saharien et le Sahara

1.4. Principales races caprines en Algérie

Le cheptel caprin Algérien est constitué d'une diversité de sous populations locales plus ou moins hétérogènes sur le plan morphologique et adaptées aux conditions de leur environnement et ses ressources. Selon le rapport de la Commission Nationale **AnGR (2003)** sur les ressources génétiques animales en Algérie, le cheptel caprin Algérien comprend les races suivantes : La chèvre Arbia, Mekatia, la Naine de Kabylie et la Mozabite. On retrouve également un cheptel importé issu des races telles que : l'Alpine, Sannen, Murciano granadina... et les produits de croisements entre les populations locales et les populations introduites (**CN AnGR, 2003**).

En l'absence d'un programme d'amélioration génétique, la chèvre locale est considérée comme étant une 'faible' laitière (1,1 litre/ jour en moyenne) (**Mouhous, 2016**). Cependant, il y aurait des

populations qui sont plus productives que d'autres. Ainsi, dans la région de Ghardaïa, la production par la population locale est assurée notamment par la chèvre Arbia, la Makatia et la M'zab. Par ailleurs, pour améliorer la productivité, les éleveurs recourent au croisement avec des races étrangères (la Saanen et l'alpine notamment), mais aussi avec la race Damasquine (CN AnGR, 2003). Dans la région de Kabylie par contre, les races importées sont les plus présentes dans les élevages, la Saanen notamment (77% des élevages) (Kadi *et al.*, 2013), ce qui dénote de la vocation laitière donnée aux troupeaux.

1.5. Alimentation des chèvres

Selon Madani (1994), l'alimentation des caprins est exclusivement pastorale dans les montagnes de l'Est Algérien. En revanche, dans les troupeaux de plaines, ou bien quand les caprins sont associés aux ovins et leur effectif est réduit, les chèvres peuvent accéder à la complémentation. En Kabylie en revanche, dans le système d'élevage laitier, la complémentation peut être assurée par des fourrages verts, ou des concentrés et du foin. Alors que dans le système mixte, la complémentation est assurée par la paille, distribuée uniquement durant la période hivernale, fortement déficitaires en ressources pastorales (Mouhous *et al.*, 2015). En élevage oasien, les animaux s'alimentent essentiellement de paille et de rebuts de dattes, et reçoivent un complément de concentré pour vaches laitières, sans aucun rationnement (ITELV, 2013).

En zones montagneuses, l'élevage caprin est présent dans la majorité des exploitations. Dans les montagnes de Tizi-Ouzou par exemple, il est pratiqué dans 80 % des exploitations d'élevage (Kadi *et al.*, 2013). L'élevage caprin en montagne est un moyen de valoriser des ressources sylvo-pastorales dans le cadre de systèmes d'élevage mobilisant peu d'investissement et d'intrants (Madani, 1994).

1.6. Systèmes d'élevage

1.6.1. Caprin laitier

Concerne des troupeaux de taille importante mais peu nombreux. Ce système a évolué vers un mode de conduite soutenu par l'aliment distribué, utilise des races exotiques importées et sélectionnées pour produire du lait dans le cadre de systèmes intensifs (Sadoud, 2019). Ce type d'élevage se développe dans certaines régions, notamment en Kabylie où on assiste, selon Mouhous *et al.* (2015), à la mise en place d'une filière locale de production de fromage de

chèvre, intégrant l'ensemble des maillons (élevage, collecte et unités de transformations). Son apparition est liée aux mutations des habitudes alimentaires des consommateurs et le travail d'innovation et de diversification fait par les acteurs de la filière caprine locale.

1.6.2. Caprin viandeux

Ce système est largement majoritaire et concerne de petits troupeaux mixtes (ovin, caprin) et des troupeaux caprins de taille moyenne, élevés en système extensif (**Sahraoui et al., 2016**). Le produit peut être mis en vente en été et au début de l'automne, période où les Parties bibliographiques 11 chevreaux sont au mieux de leur forme, ou bien pendant toute l'année, selon les besoins de financement de la trésorerie familiale (**Madani et al., 2001**).

1.6.3. Caprin mixte

Concerne des troupeaux de taille moyenne. Dans ce système, la même importance est accordée aux deux types de production : lait et viande.

1.7. Productions caprines et chaîne de valeur

La production est le maillon le plus important de la chaîne des valeurs caprine. D'après les statistiques de la **FAO (2020)**, l'élevage caprin en Algérie compte environ 5 millions de têtes, soit 2% de l'effectif des pays d'Afrique. Les acteurs de ce maillon sont au centre des actions des autres acteurs, car ils travaillent avec tous les acteurs de la chaîne des valeurs. Cependant, il faut noter que les pratiques des producteurs n'ont pas beaucoup évolué. L'élevage se fait dans un cadre extensif où le pâturage naturel intervient majoritairement dans l'alimentation des animaux tandis que les soins de santé sont sporadiques (**CN AnGR, 2003 ; Laouadi et al., 2018**).

1.7.1. Production laitière

La production laitière caprine est estimée à plus 300 000 tonnes soit environ 8% de la production laitière nationale. Elle est assurée en 2020 par plus de 2.8 millions de chèvres avec un rendement moyen de 117 kg/animal/an (**FAO, 2020**). La production laitière est généralement pratiquée dans un cadre d'élevage extensif et mixte lait/viande. La taille moyenne des troupeaux est variable. **Sahraoui et al. (2016)** avancent des effectifs variant entre 1 et 51 têtes avec une moyenne de 11 ± 9 têtes dans les montagnes du sud de Sétif à l'Est de l'Algérie. Dans la région de la Kabylie, **Kadi et al. (2013)** notent la dominance des effectifs réduits dans la plupart des exploitations (moins de

30 têtes dans 84 % des exploitations). Par ailleurs, dans cette région on assiste dans les situations favorables à des effectifs importants dépassant parfois les 100 têtes. Ceci a été confirmé par **Mouhous et al. (2015)** qui soulignent qu'il s'agit d'exploitations spécialisées en production laitière. Traditionnellement, les caprins sont conduits conjointement avec les ovins. Cependant dans les élevages à vocation laitière les caprins sont souvent en conduite unique (**ITELV, 2013**).

1.7.2. Collecte du lait et transformation

Traditionnellement, le lait caprin est très prisé en milieu pastoral. Les chèvres sont traites pour alimenter les ménages en lait ou pour en offrir, mais il n'est pas vendu (**Sahraoui et al., 2019**). Outre sa consommation en l'état, il s'apprête bien à la transformation, notamment en fromages (Dj'ben, Bouhazza, Kemmaria...), selon l'environnement naturel et socioculturel de la région de production avec parfois des procédés très particuliers qui peuvent constituer de véritables atouts pour le développement local (**Sahraoui et al., 2019**). Dans la région de Ghardaia, Il existe un circuit de collecte dirigée par le seul transformateur industriel privé de la région (**ITELV, 2013**). Dans la région de Tizi Ouzou, le segment de la collecte est représenté par plus de collecteurs. Ils sont habituellement des collecteurs de lait de vache, mais un jour sur deux, ils collectent du lait de chèvre (**Mouhous et al., 2016**). La faiblesse des volumes de lait à collecter est la conséquence de l'absence de collecteurs dans certaines régions obligeant les éleveurs à transporter eux-mêmes leurs productions aux unités de transformation ou aux vendeurs de proximité. Les collecteurs sont incités par une subvention à raison de 5 DA / litre collecté. La production laitière caprine est stimulée dans certaines régions notamment par la transformation fromagère vu les volumes de lait absorbés et sa valeur ajoutée élevée. La région de Kabylie et de Ghardaïa sont celles qui en détiennent la part la plus importante. A Ghardaïa, le fromage local « Kemmaria » est produit soit industriellement soit d'une façon artisanale mais interdit de commercialisation dans ce cas puisqu'il échappe aux contrôles sanitaires (**ITELV, 2013**).

1.7.3. Production de la viande

La viande caprine commercialisée en Algérie provient des abattages du cheptel national élevés essentiellement dans le cadre des systèmes extensifs. Selon que l'abattage se fait dans des infrastructures aménagées à cet effet ou pas, on distingue deux types d'abattage : les abattages contrôlés et les abattages non contrôlés. Ceux non contrôlés, concernent des abattages clandestins et des abattages lors des fêtes sociales et des cérémonies religieuses (Aid El Adha) (**Sadoud,**

2009). Il y a très peu de transformation de type industrielle proprement dite au-delà de la viande fraîche issue des abattoirs. Cela serait le résultat des habitudes alimentaires et de l'insuffisance de la production locale.

1.8. Contraintes de la filière caprine locale

Les contraintes auxquelles la filière caprine fait face, résident d'abord dans la lenteur de la réponse des systèmes de production face à la demande du marché. En effet, les systèmes d'élevage et la place des caprins dans les systèmes de production ont peu évolué dans leur majorité (**Kadi *et al.*, 2013**) ; les troupeaux sont encore peu orientés vers une production régulière et connecté aux exigences du marché. Peu d'éleveurs sont pour l'instant intéressés par la mise en place de troupeaux d'effectif conséquents et conduits intensivement, mais restent majoritairement pastoraux et utilisant peu d'inputs achetés (**Madani *et al.*, 2015**).

La productivité de l'élevage caprin se trouve également limité par sa dimension génétique. Les populations locales élevées dans des systèmes pastoraux et peu soutenus par des aliments distribués, sont moins productives qu'en élevage intensif. Ce qui est recherché de l'animal, est donc sa résistance aux aléas de son contexte d'élevage et la valorisation de ressources pastorales variables dans l'espace et le temps. Les éleveurs utilisent encore le caprin local comme un animal de 'cueillette'. Les tentatives actuelles d'intensification cherchent donc plutôt l'intégration des races exotiques pour une utilisation en races pures ou leur croisement avec la race locale. Ceci représente un coût dans l'investissement pour l'achat du matériel animal, qui selon les éleveurs, est difficilement amortissable pour les élevages (**Sahraoui *et al.*, 2019**). De plus, une telle perspective risque de confiner les populations locales en élevage pastoral allaitant, à l'image des populations bovines locales, dans les situations de marge, et de ne pas leur permettre de participer à la mise en place de filières modernes et structurées, en les éliminant de facto de tout processus d'intégration dans les dynamiques économiques des productions animales. Cela se traduira à terme par la mise en péril de leur diversité génétique. De plus, l'utilisation de races exotiques pose le problème de leur adaptation aux conditions d'élevage, donc de leur rentabilité économique, mais aussi leur renouvellement à terme et ainsi la création d'un flux de matériel animal issue des pays des régions tempérées, pour leur renouvellement, qui va accentuer notre dépendance vis-à-vis des filières d'élevage du Nord de la méditerranée et provoquer une érosion et appauvrissement de notre patrimoine génétique caprin (**Madani *et al.*, 2015**).

1.9. Variation de la production et de la composition du lait

Les facteurs tels que l'alimentation, la race, le niveau génétique, le stade de lactation, la gestion et la saison, ainsi que les interactions entre eux pourraient induire des variations dans la composition du lait cru (**Schwendel *et al.*, 2014**). Les facteurs liés à l'animal, peuvent être de différentes natures et à différentes échelles, allant du génome au stade physiologique de l'animal (**Billa, 2020**). Par ailleurs, l'élevage caprin fait face aussi au trouble sanitaire telle que la brucellose. La prévalence y est la plus importante parmi toutes les espèces de ruminants (**Sahraoui *et al.*, 2019**). La conduite de la prophylaxie sanitaire chez les petits ruminants dans la pratique reste difficile vu le caractère extensif de leur élevage. La brucellose pose également un problème pour les autres segments de la filière. A titre d'exemple, le fromage traditionnel Kemmaria produit de façon artisanale est parfois interdit de commercialisation pour cette raison (**ITELV, 2013**).

Chapitre 2 : Infections intramammaires caprines

2.1. Mammmites caprines : définition et importance

La santé est l'un des facteurs importants à prendre en compte pour l'amélioration de la productivité en élevage caprin car les maladies constituent l'une des principales causes de mortalité de ces animaux en Afrique (**Missohou et al., 2016**). La mammite peut se définir par l'état inflammatoire d'un ou plusieurs trayons de la mamelle quelle qu'en soit l'origine traumatique, chimique, physique ou biologique, le degré de gravité clinique ou subclinique, l'évolution chronique, aiguë ou suraigüe ou la terminaison c'est-à-dire la guérison apparente ou réelle ou la mort de l'animal (**Hanzen, 2015**).

L'importance réglementaire, économique et en santé publique des mammites chez la chèvre laitière tient à plusieurs aspects ; de manière générale, le lait peut véhiculer de nombreux agents infectieux zoonotiques, car certaines bactéries sont pathogènes pour l'homme et peuvent être responsables de toxi-infections alimentaires. De plus, la fréquence, parfois la gravité médicale, le coût des traitements mais aussi les répercussions sur la production laitière en quantité et en qualité et l'impact réglementaire sur la vente des produits en filière lait cru sont autant d'éléments affectant l'économie du troupeau (**Chartier, 2009**).

2.2. Classification des mammites

2.2.1. Mammmites cliniques

Les mammites cliniques s'accompagnent parfois d'une très forte réaction inflammatoire et de symptômes graves. Aux signes locaux qui peuvent être spectaculaires, sont associés des signes généraux plus ou moins intenses. Ces mammites entraînent toujours d'importantes chutes de production. Quelquefois, la perte d'un traxon ou d'autres lésions fonctionnelles irréversibles conduisant à la réforme et, exceptionnellement, à la mort de l'animal (**Gourreau et al., 2011**).

➤ Mammmites cliniques aigües

Le traxon infecté est chaud, enflé et sensible. Des grumeaux sont visibles dans le lait, dont la concentration cellulaire est fortement augmentée. Il peut y avoir des symptômes généraux, avec hyperthermie et perte d'appétit (**Prescott et al., 2010**).

➤ **Mammites chroniques**

Le passage à la chronicité est l'issue la plus fréquente. Les infections à *S. aureus* de la mamelle sont notoirement difficiles à traiter, ce qui conduit à la formation d'une infection chronique avec une fibrose extensive et une induration de la mamelle (**Prescott et al, 2010**).

➤ **Mammites suraigües gangréneuse**

Forme rare mais redoutable, due le plus souvent à des souches de staphylocoques doré productrices de l'hémolysine A. Cette toxine provoque une vasoconstriction locale prolongée qui empêche l'irrigation sanguine de la partie distale du quartier infecté, entraînant la nécrose des tissus (**Gourreau et al, 2011**). Le tissu mammaire, ferme et ischémique, ne sécrète plus le lait, le liquide qui envahit les canaux et les citernes est séreux, sanguinolent avec des flammèches de fibrines (**Rainard et Gilbert, 2010**).

2.2.2. Mammites subcliniques

La mammite subclinique est une évolution de la mammite latente, mais elle peut aussi correspondre à une mammite clinique traitée mais dont le traitement n'a pas réussi à éliminer totalement le pathogène. La chèvre n'exprime pas de signe clinique mais on observe une diminution de la production laitière simultanément à une variation de la composition du lait du trayon atteint, ainsi qu'une élévation de sa numération cellulaire. Les variations sont uniquement microscopiques et la mammite reste asymptomatique (**Remy, 2010**). Le diagnostic des mammites subcliniques repose sur la numération des cellules somatiques du lait, la mise en évidence des modifications chimiques et la recherche de la bactérie en cause (**Bardiau et al., 2014**).

2.3. Etiologie bactérienne des mammites caprines

Les mammites sont des maladies multifactorielles avec l'intervention de germes, nombreux et variés, mais aussi des conditions de vie des animaux qui réduisent leurs défenses et favorisent l'exposition à ces germes, mais encore des conditions de travail qui épuisent les fermiers, les enferment dans des routines parfois dégradées dont il peut être difficile de les sortir (**Durel et al., 2011**). Ces mammites sont provoquées par plus d'une centaine de micro-organismes (**Rhinaldi et al., 2010**). Chez la chèvre, elles sont principalement d'origine bactérienne. L'originalité par rapport à ce qui est observé chez la vache est l'implication des mycoplasmes et des virus.

2.3.1. Classification des agents pathogènes

Selon leur pathogénicité, les agents pathogènes responsables de mammites caprines sont répartis en deux groupes :

-Les pathogènes majeurs, potentiellement à l'origine de mammites cliniques ; *Staphylococcus aureus* étant le plus fréquent. On trouve également des mycoplasmes, *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Streptococcus*, *Brucella*, *Pseudomonas*, *Pasteurella*, *Aspergillus*, *Nocardia asteroides*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

-Les pathogènes mineurs, qui ne provoquent des mammites cliniques que de manière exceptionnelle : il s'agit principalement des staphylocoques à coagulase négative (SCN), mais cette classification est actuellement discutée et les SCN sont de plus en plus considérés comme des pathogènes majeurs (**Bergonier et al., 2003**).

Le caractère clinique ou non d'une mammite est majoritairement influencée par le genre et l'espèce de la bactérie pathogène (**Rainard et Riollot, 2006**).

2.3.2. Etiologie des mammites cliniques

Lors de mammites cliniques, les principaux germes rencontrés sont *Staphylococcus aureus*, les streptocoques (*Str. uberis*, *Str. suis*, *Str. equi zooepidemicus*), les pasteurelles (*P. multocida* ou *M. haemolytica*), les entérobactéries, les corynébactéries, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aspergillus fumigatus* et parfois des staphylocoques à coagulase négative.

Les mammites cliniques à bacilles gram négatif (*E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) sont peu fréquentes mais très sévères et peuvent prendre l'allure d'une mammite gangréneuse (**Chartier, 2009**). Les agents pathogènes impliqués dans les mammites cliniques n'ont pas tous le même impact à l'échelle du troupeau. On distingue deux cas de figure :

- **Cas de mammites sporadiques**

Staphylococcus aureus est l'agent le plus fréquemment isolé, puis on trouve les staphylocoques à coagulase négative, les streptocoques, les entérobactéries, *Arcanobacterium pyogenes*, les corynébactéries, les pasteurelles, *Pseudomonas spp*, *Nocardia asteroides*.

- **Cas de mammites enzootiques ou épizootiques**

Selon plusieurs auteurs, on trouve que là aussi majoritairement que *S. aureus* est le germe le plus fréquemment isolé chez la chèvre (**De Cremoux, 1995**), puis des streptocoques (*S. uberis*, *S.*

agalactiae, *S. suis*) ou des germes opportunistes tels que *Aspergillus fumigatus* et *Pseudomonas aeruginosa*, et plus rarement *Burkholderia cepacia* ou *Serratia marcescens*.

Les mycoplasmes font également partie des pathogènes majeurs (*M. capricolum capricolum*, *M. mycoides mycoides*, *M. putrefaciens*, *M. agalactiae*) : ils sont responsables de l'agalaxie contagieuse. Il existe de plus des mammites virales dues aux lentivirus du CAEV (Virus de l'Arthrite Encéphalite Caprine) (**Bergonier et al., 2003**). Des virus peuvent être impliqués dans le déclenchement des mammites, soit en causant des lésions du trayon et ainsi en favorisant la contamination par d'autres pathogènes, soit en ayant une action immunosuppressive (**Barkema et al., 2009**).

Les mammites cliniques de la chèvre ont donc une étiologie qui se démarque de celles de la vache laitière par plusieurs aspects :

- L'agent pathogène majeur le plus fréquent chez la chèvre est *S. aureus*, responsable de mammite suraigüe à subaigües.
- Les SCN sont considérées comme des pathogènes majeurs pouvant provoquer des mammites subaigües à aigües chez la chèvre.
- Les Streptocoques (pathogènes majeurs les plus fréquents chez la vache laitière) et les germes à Gram négatif (dont les entérobactéries) sont rarement impliqués.
- L'existence de mammites virales est spécifique aux chèvres (**Bergonier et al., 1997**).

2.3.3. Etiologie des mammites subcliniques

Lors de mammites subcliniques, les staphylocoques de type SCN tiennent une place prépondérante avec 70% des cas (**Chartier, 2009**). Les principales espèces sont *S. caprae*, *S. epidermidis*, *S. xylosus*, *S. chromogenes* et *S. simulans*. En deuxième position, on trouve *S. aureus*, les streptocoques (contrairement à ce qui est décrit chez la vache laitière) et les entérobactéries sont plus rares (**Figure 1**) (**Contreras et al., 2003**).

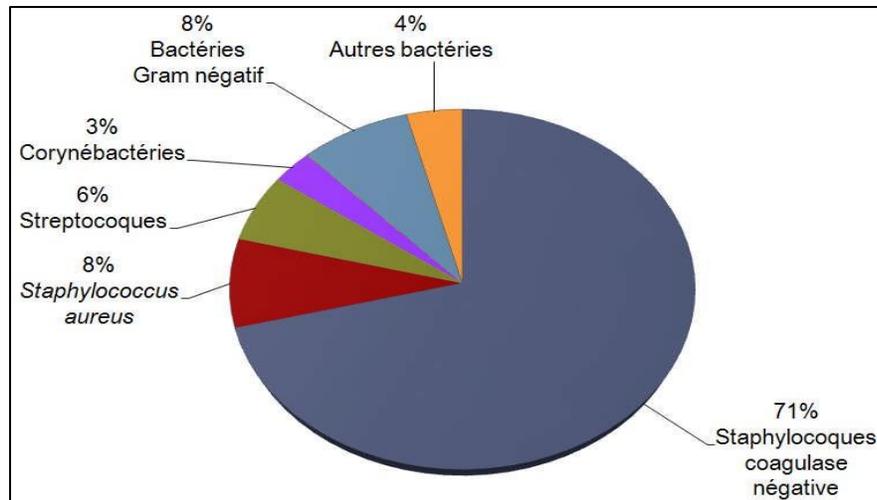


Figure 1 : Etiologie des mammites subcliniques chez la chèvre (**Bergonier et al., 2003**)

2.4. Facteurs de risque d'une infection intramammaire chez la chèvre

La mammite est due à un complexe de facteurs dont chaque élément représente une part de la cause, c'est-à-dire « un facteur de risque ». Ce dernier est un paramètre, une pratique ou une caractéristique modifiable par l'homme. Les facteurs de risque influent les uns sur les autres, en conséquence, aucun mécanisme ne produit les effets qu'il produisait seul. D'après **Durel et al. (2011)**, un problème de mammite est donc une pathologie de troupeau, reposant sur 3 groupes de facteurs de risque, à savoir : l'hôte, le germe et l'environnement. Ces facteurs de risque interviennent essentiellement au niveau de la traite et du bâtiment. La nutrition, dont on ne connaît pas toujours bien l'impact, augmente le risque de développement des mammites.

- **Facteurs liés à la traite**

Le matériel et la technique de traite sont deux facteurs essentiels augmentant la réceptivité aux mammites en amoindrissant les défenses naturelles du trayon. Le niveau de vide, la fréquence de pulsation et la durée de traite sont des paramètres importants. De même, les pratiques de massage, d'égouttage et/ou de repasse, qui augmentent la congestion du trayon, sont des facteurs favorisant l'infection mammaire. La sur-traite à l'origine d'hyperkératose du trayon, bien que tolérée, est à éviter. A l'inverse, une traite incomplète, bien que relativement fréquente a probablement moins d'incidence sanitaire chez la chèvre en raison du caractère citernel de la mamelle (**Chartier, 2009**).

- **Facteurs liés à l'habitat**

Aération insuffisante, humidité, manque d'ensoleillement, surpeuplement, courants d'air, litière humide et souillée (**Pradal, 2014**).

- **Facteurs liés à l'alimentation**

Bien que ce ne soit pas démontré formellement, les rations excédentaires en azote pourraient être liées à une augmentation d'incidence des mammites. De même, les carences en vitamine A et en β -carotènes ou en vitamine E-sélénium peuvent favoriser l'expression clinique d'infections préexistantes (**Chartier, 2009**).

- **Injections intramammaires**

Selon **Chartier (2009)**, des injections mal pratiquées peuvent traumatiser le trayon et favoriser les infections. Rappelons que le tarissement est à l'origine de la mise en place d'un bouchon de kératine au niveau du sphincter. Des épidémies de mammites fongiques d'origine iatrogène ont été signalées.

- **Facteurs divers**

Prédisposition héréditaire, forte production, lésions des trayons, trayons malformés ou mal fermés entre les traites, porteurs de croûtes ou blessures (**Pradal, 2014**). La tendance au désaisonnement de la reproduction afin de produire du lait de manière plus régulière sur l'année ainsi que l'allongement des lactations pourraient constituer des facteurs favorisant la pression d'infection sur les mamelles (**Chartier, 2009**).

2.5. Méthodes de diagnostic

Le diagnostic des mammites chroniques est relativement simple : il est basé sur l'observation des animaux, l'observation de la mamelle avec présence ou non de signes d'inflammation et l'observation de l'aspect du lait avec présence ou non de grumeaux. En revanche, dans le cas de mammites subcliniques, les symptômes sont pratiquement invisibles ce qui pose d'énormes problèmes pour leur détection. Une numération cellulaire en laboratoire réalisée systématiquement pour les adhérents au contrôle laitier permet de déterminer le nombre de globules blancs et donc l'état d'infection du troupeau ou d'une chèvre donnée (**Pradal, 2014**). La conductivité électrique et les tests rapides de détection bactérienne ne sont pas validés chez

les caprins (**Chartier, 2009**).

2.5.1. Diagnostic clinique

L'examen clinique de la mamelle et des sécrétions mammaires constitue le pilier de la démarche de diagnostic des mammites (**Poutrel, 2002**). Il repose sur la mise en évidence des symptômes généraux, locaux et fonctionnels caractéristiques de l'inflammation de la mamelle. Bien souvent, lorsque l'inflammation est modérée, les signes généraux et locaux sont absents et seuls présents les signes fonctionnels, c'est-à-dire les modifications macroscopiques visibles dans le lait. Ces modifications concernent l'aspect, la coloration et l'homogénéité du lait (**Hanzen, 2015**).

- **Test au bol de traite ou du filtre**

Consiste à recueillir, avant la traite, les premiers jets de lait dans un récipient réservé à cet usage et à en examiner l'aspect. Le récipient peut être muni d'un filtre qui facilite la mise en évidence de grumeaux, signes de l'inflammation et du passage dans le lait de facteurs de coagulation (**Hanzen, 2009**).

- **Test d'homogénéité**

Recueillir quelques jets de lait dans un récipient en verre, le laisser reposer quelques minutes, puis d'observer l'aspect, l'homogénéité et la coloration du produit (**Hanzen, 2009**).

2.5.2. Diagnostic expérimental

2.5.2.1. Méthodes directes de dénombrement des cellules du lait

- **Comptage microscopique direct**

Méthode approuvée pour la numération des cellules somatiques. On place un échantillon de lait de chèvre sur une plaque de microscope et on y applique un colorant spécial, du vert de méthyl pyronine, qui colore seulement l'ADN présent dans les cellules du lait (**Scruton et al., 2009**).

- **Système Fossomatic**

Système fluoro-opto-électronique, suppose la coloration préalable de l'ADN des noyaux au moyen d'un colorant fluorescent, le bromure d'éthidium. La fluorescence rouge ainsi émise après éclairage de la préparation au moyen d'une lampe au xénon, est proportionnelle à

l'ADN du noyau. Un photomultiplicateur capte le signal fluorescent émis par les cellules et le transforme en signal électrique (Hanzen, 2015). La prise en compte de l'intensité des impulsions électriques permet de différencier les signaux résultant d'un bruit de fond (présence de bactéries) de ceux attribués aux cellules somatiques. Les impulsions électriques ne sont comptabilisées qu'au-delà d'un certain seuil, puis traduites en termes de concentrations cellulaires après calibration (Idele, 2012).

- **Le Coulter-Counter**

Dénombrement des particules du lait en fonction de la taille. Le lait subit d'abord une fixation chimique des cellules somatiques au formol puis une dispersion des globules gras. Toutes les particules, avec ou sans noyaux, de diamètre supérieur ou égal à 4,4 micromètres sont dénombrables. Cette technique prend donc en compte les particules cytoplasmiques, ce qui diminue sa fiabilité (Bergonier *et al.*, 2003).

2.5.2.2. Méthodes indirectes de dénombrement des cellules du lait

- **Californian Mastitis Test**

Son principe est basé sur une réaction chimique entre le réactif et l'ADN cellulaire. Il consiste à mélanger, dans des quantités identiques, du lait et un réactif, le Teepol. Chez la chèvre, il semble préférable de ne pas se fier aux changements de couleur liés aux modifications de pH. Ainsi, seule l'appréciation visuelle de la viscosité du précipité obtenu permet d'apprécier le niveau d'inflammation de la mamelle (David *et al.*, 2013).

Il existe une bonne corrélation entre les comptages cellulaires individuels et les scores de CMT chez la chèvre. Son utilisation dans cette espèce conduit cependant à une interprétation plus difficile que chez la vache et requiert l'emploi d'une grille simplifiée à 4 scores (Tableau 2) permettant le dépistage des demi-mamelles infectées et en particulier des infections à pathogènes majeurs type *S. aureus*. Un CMT compris entre 0 et 1 regroupe 93% des animaux non infectés tandis qu'un CMT de 2 ou 3 permet de déceler la quasi-totalité des infections à pathogènes majeurs. La détection des infections à pathogènes mineurs en revanche reste imprécise (Chartier, 2009).

Tableau 2 : Test au Teepol : mesure de la concentration cellulaire et degré de réaction de CMT

Aspect du gel	Note	N. de cellules /mL
Peu de précipité	0	
Précipité trouble qui disparaît	1	< 750 000
Léger gel persistant avec filaments grumeleux	2	De 750 000 à 2000 000
Epaississement immédiat, gel de type « blanc d'œuf » se détachant du fond en filaments lors des rotations du plateau	3	> 2000 000
Gel bombé, glissant en masse sur le fond du plateau lors de ses rotations.	4	> 2000 000

Lefrileux- Station expérimentale caprine régionale du Pradel-PEP Caprin Rhône-Alpes

2.5.3. Diagnostic étiologique

La recherche d'une cause infectieuse unique responsable des mammites observées dans une exploitation est une tentation fréquente. Seule, elle ne mène souvent à rien. Toutefois, le diagnostic bactériologique des infections mammaires a son intérêt à condition qu'il soit bien conduit et interprété dans un cadre approprié (Durel *et al.*, 2011).

2.5.4. Diagnostic bactériologique

L'examen bactériologique du lait de mammite, ou plus généralement d'un prélèvement de lait qui peut renseigner le praticien sur l'état sanitaire des mamelles, est un examen utile, permettant à la fois l'analyse d'une situation et sa surveillance. Cet examen a un coût ; il est donc fondamental non seulement d'obtenir un résultat exploitable, ce qui oblige à une grande rigueur dans la mise en œuvre du prélèvement mais aussi son utilisation à son escient. Enfin, l'examen bactériologique va souvent de pair avec l'antibiogramme. Là aussi, il est essentiel de bien connaître les limites d'un antibiogramme et ce qu'il faut en attendre exactement (Durel *et al.*, 2011).

La relative faible diversité des germes rencontrés dans les mammites de la chèvre ainsi que les coûts des analyses font que le diagnostic bactériologique sur prélèvement de lait n'est pas réalisé fréquemment. Néanmoins, lors de mammite clinique, l'étiologie staphylococcique est loin d'être systématique ; nous rappelons notamment l'importance des mycoplasmoses mammaires et donc la nécessité de faire un diagnostic différentiel notamment lorsque les infections touchent une fraction importante du cheptel (Chartier, 2009).

2.5.5. Autres méthodes

- **Kit de diagnostic bactériologique « Speed @Mam Color »**

Cette technique correspond à une mise en culture spécifique et directe du prélèvement sur des micro-galeries portées à 35°C. En 24h, le virage de couleur des puits concernés, permet une lecture rapide de l'antibiogramme adapté aux molécules antibiotiques vétérinaires et au germe pathogène présent dans le prélèvement. En 48h, la seconde lecture visuelle se fait pour l'identification des bactéries ou levures, détectables à des concentrations bactériennes supérieures à 10³ CFU/mL (Shyaka, 2007).

- **La PCR**

Pour un dépistage de sensibilité maximale : l'amplification de l'ADN par la Polymerase Chain Réaction consiste à multiplier et à hybrider l'ADN préalablement libéré des bactéries présentes, au moyen d'amorces (primers), séquences d'ADN connues et caractéristiques d'un germe.

En employant une batterie d'amorces, on peut identifier plusieurs germes. La technique permet en routine l'identification d'une douzaine de bactéries et donne leur abondance relative dans l'échantillon (PCR semi-quantitative). On trouve en général plusieurs germes, ce qui ne va pas sans poser des problèmes d'interprétation. Compte tenu de sa sensibilité, la méthode ne permet pas de détecter une éventuelle contamination de l'échantillon par un germe sans rapport avec la mammite (Durel *et al.*, 2011).

2.6. Traitement

2.6.1. Particularités du traitement chez la chèvre

Les médicaments vétérinaires utilisés dans le traitement des caprins sont essentiellement des génériques ou des médicaments utilisés dans d'autres espèces et faisant l'objet d'une extrapolation pour les petits ruminants (Bergonier et Berthelot, 2003 ; McKellar, 2006). Il y a peu d'informations notamment sur la pharmacocinétique des molécules chez ces animaux. De plus, dans les élevages, la réforme est souvent préférée au traitement car elle permet un meilleur bénéfice financier. En effet, le traitement revient très vite cher, sans compter que le coût du diagnostic entre également en jeu (Bergonier *et al.*, 2003).

2.6.2. Objectifs du traitement

- **Mammites cliniques aiguës et suraiguës**

Le principal objectif est de sauver la vie de l'animal, ainsi que la mamelle. Celui-ci doit permettre, soit de retrouver une fonctionnalité totale de la glande mammaire, soit d'autoriser l'abattage de l'animal le plus rapidement possible (**Bergonier et Berthelot, 2003 ; Bergonier et al., 2003**).

- **Mammites subaiguës**

On cherche également à retrouver une mamelle fonctionnelle, mais l'abattage a souvent lieu en fin de lactation. Dans la plupart des cas, la mamelle ne retrouve pas un fonctionnement optimal car les séquelles sont trop importantes et les germes peuvent tout de même persister. Ainsi, la réforme est souvent inéluctable (**Bergonier et al., 2003**).

- **Mammites subcliniques**

L'objectif est le traitement mais également la prévention des nouvelles infections (**Bergonier et Berthelot, 2003**).

2.6.3. Traitement au cours de la lactation

Le traitement durant la lactation est réalisé pour les mammites cliniques. L'identification de l'agent étiologique est la règle d'or avant de réaliser le premier traitement antibiotique. Or, cela n'est pas possible lors de mammites cliniques qui mettent en jeu la vie de l'animal. En effet, l'examen bactériologique, comprenant l'isolement, l'identification et les tests de sensibilité aux antibiotiques, est une étape qui prend du temps. Dans ces cas-là, l'utilisation d'un antibiotique à spectre large, actif contre les pathogènes majeurs causant des mammites est nécessaire (**Mavrogianni et al., 2011**). L'inflammation et la présence de lait contenant des grumeaux entraînent une mauvaise pénétration de l'antibiotique lors d'une administration intramammaire, la voie parentérale est à privilégier. De plus, la mammite peut s'accompagner de signes systémiques et des bactéries peuvent se retrouver dans la circulation sanguine. L'administration par voie injectable permet une diffusion dans tout l'organisme pour pallier ce problème (**Mavrogianni et al., 2011**).

Le traitement complémentaire consiste essentiellement en la mise en place d'un traitement anti-

inflammatoire. Néanmoins, il est important de ne pas utiliser cet anti-inflammatoire non stéroïdien seul, mais de l'associer avec le traitement antibiotique (**Fthenakis, 2000 ; Mavrogianni *et al.*, 2004**). De plus, l'animal doit être traité très fréquemment afin d'éliminer le lait contaminé. Hormis la traite fréquente, le traitement peut également inclure de l'ocytocine, 3 à 5 UI en injection sous-cutanée, qui aura pour effet l'éjection plus efficace du lait contaminé. Dans les cas les plus sévères, une perfusion est prescrite (**Bergonier et Berthelot, 2003**).

2.6.4. Traitement au tarissement

La méthode prépondérante pour le traitement des mammites subcliniques est le traitement au tarissement. L'avantage du traitement au tarissement est de pouvoir identifier les pathogènes causant les mammites avant le tarissement et donc de les cibler avec un antibiotique ayant le bon spectre (**Mavrogianni *et al.*, 2011**).

2.7. Prophylaxie

2.7.1. Contrôle des sources et de la transmission

2.7.1.1. Dépistage et réforme

Afin d'identifier au plus tôt les signes de mammites subcliniques, des dépistages sont à réaliser régulièrement dans les élevages. Les examens cliniques de la mamelle à la mise-bas et au sevrage sont notamment nécessaires pour repérer des mamelles anormales. Les principaux signes à rechercher étant une asymétrie entre les deux glandes mammaires, ou une dureté de la mamelle. De plus, les tests simples comme le CMT ou des résultats de comptages de cellules somatiques individuels permettent de trier les animaux à mammites subcliniques. Il est important de faire le lien entre les examens des mamelles, les tests diagnostiques et les épisodes de mammites cliniques survenus dans l'élevage, afin de pouvoir classer les animaux selon leur statut d'infection. Les femelles ayant une mamelle anormale, ayant déjà eu des épisodes de mammites cliniques, ou étant atteintes de mammites chroniques doivent faire l'objet d'une réforme. En effet, elles ne retrouveront jamais un niveau de production rentable pour l'élevage et une nouvelle lactation sera inutile (**Bergonier et Berthelot, 2003 ; Saratsis *et al.*, 1998 ; Watson et Buswell, 1984**).

2.7.1.2. Sécurisation de l'environnement

➤ Hygiène et densité

La densité des animaux dans les bâtiments influence la quantité de germes présents dans l'environnement. Cette pression entraîne la contamination plus importante des glandes mammaires par les pathogènes. Ainsi, la surface allouée à chaque animal et le changement régulier de la litière sont à prendre en compte dans la prévention des mammites. Il semble qu'une chèvre devrait disposer d'au moins 2m² de surface (Sevi *et al.*, 2001).

➤ Ventilation

Une bonne ventilation du bâtiment est nécessaire à la santé des animaux et à la prévention des mammites. Elle permet une meilleure hygrométrie et une régulation de la température qui permet à la litière de sécher et de garder son rôle absorbant. Dans les élevages où la surface allouée aux animaux est un problème, jouer sur les paramètres relatifs à la ventilation devient indispensable (Sevi *et al.* 1999).

2.7.1.3. Bonnes conditions de traite

• Réglages de la machine

Plusieurs paramètres sont à considérer, comme le niveau de vide, la pulsation, et le rapport succion/massage. Le niveau de vide est compris entre 36 et 40 kPa en ligne basse et entre 39 et 44 kPa en ligne haute. Les paramètres sont variables selon l'espèce. Ainsi, la pulsation est de 90 pulsations par minute chez la chèvre. De même, le rapport succion/massage recommandé est de 60% chez la chèvre (De Matos, 2013 ; Bergonier et Berthelot, 2003). Tous les réglages sont à adapter aux animaux présents dans l'élevage sous peine de voir apparaître des lésions des trayons. Le réglage du système de décrochage automatique doit être réalisé correctement pour éviter la surtraite qui risque de léser le trayon et son canal (Bergonier *et al.*, 1997).

• Entretien des équipements de traite

L'équipement de traite doit faire l'objet d'un contrôle annuel. Dès que les manchons trayeurs présentent des fissures et deviennent poreux, il faut les remplacer. Ces altérations empêchent le bon nettoyage des faisceaux qui sont des sites propices à des développements bactériens. Les recommandations sont de changer les faisceaux trayeurs tous les ans s'ils sont en caoutchouc et tous les deux ans s'ils sont en silicone, mais le changement doit se faire avant si des altérations

des matériaux sont notées ou selon les recommandations du fabricant. Le lavage du matériel de traite doit se faire avec une eau contrôlée et exempte de micro-organismes et la salle de traite doit être nettoyée après chaque traite (**Bergonier *et al.*, 1997 ; Las Heras *et al.*, 1999**).

- **Ordre de traite**

Afin de prévenir la transmission de bactéries au cours de la traite, notamment lors de la pose des faisceaux trayeurs, un ordre de traite peut être instauré. Les mammites subcliniques sont en nombre plus important chez les femelles âgées ayant effectué plusieurs lactations. L'ordre de traite préconisé est de faire passer en première position les chèvres en première lactation. La suite de la traite s'effectue selon le critère du nombre de lactation et le critère de la présence ou non de mammite subclinique. Ainsi, on évite la contamination des jeunes chèvres par des pathogènes excrétés par des chèvres plus âgées déjà infectées (**De Matos, 2013**).

- **Technique de traite**

Lors de la traite, il faut principalement éviter la soustraite et la surtraite. Pour cela, le décrochage automatique de la griffe doit être correctement paramétré et certaines pratiques sont à proscrire. Parmi ces pratiques, on retrouve des causes de surtraite comme l'égouttage qui consiste à appliquer une pression sur le manchon pour vider un peu plus la mamelle, ou la repasse qui consiste à rebrancher la griffe alors qu'elle est déjà décrochée afin de vider la mamelle au maximum. Ces méthodes lèsent les trayons et prédisposent aux mammites. De même, le décrochage sans avoir coupé le vide favorise le phénomène d'impact. Le phénomène d'impact est la remontée de lait à l'intérieur du canal du trayon. Ce phénomène arrive lorsqu'une entrée d'air intervient par un manchon trayeur mais que l'autre manchon reste accroché. Pour éviter ce problème, il est conseillé d'utiliser des manchons trayeurs à ouverture et fermeture automatique qui empêchent les entrées d'air lorsqu'ils se décrochent (**Bergonier *et al.*, 1997 ; De Matos, 2013**).

- **Pré-trempage et post-trempage**

Le pré-trempage et le post-trempage consistent en la désinfection des trayons avant et après la traite. La peau ou des lésions sur les trayons sont des sources de contamination de la glande mammaire. L'objectif est d'éviter l'apparition de lésions dues aux germes et d'éviter d'introduire des germes dans la mamelle lors de la traite. De plus, les actions de trempage permettent

d'empêcher les contaminations secondaires lorsque les lésions sont déjà présentes sur les trayons (**Bergonier et al., 1997**).

- **Hygiène du trayeur**

Le trayeur est une source possible de contamination de la mamelle. Pour éviter la transmission de micro-organismes, le manipulateur doit avoir les mains propres. De plus, des vêtements réservés à la traite sont conseillés, et ils doivent être lavés régulièrement. Ces conditions sont essentielles lors d'une traite manuelle. Lors de la manipulation du lait de femelles laitières atteintes de mammites, un lavage des mains doit être à nouveau réalisé.

2.7.2. Contrôle de la sensibilité des animaux

2.7.2.1. Traitement préventif au tarissement

Le traitement préventif au tarissement présente des inconvénients comme le grand nombre d'animaux présents dans les troupeaux ou les considérations en matière d'antibiorésistance.

2.7.2.2. Vaccination

Un vaccin espagnol (Spanish patent no. 9200223) contre les staphylocoques a été mis au point et semble être utile dans la diminution des mammites cliniques. Ce produit est composé de bactéries inactivées (*S. aureus* et SCN), de toxines de *S. aureus*, et d'un exopolysaccharide de *S. aureus*. Il semble que son utilisation serait seulement envisageable dans les cheptels présentant de grands nombres de mammites cliniques dues à *S. aureus*, dont la forme principale est la mammite gangreneuse (**Amorena et al., 1994 ; Bergonier et al., 1997 ; Contreras et al., 2007**). A l'heure actuelle, la prophylaxie contre les mammites par la vaccination n'est pas l'outil le plus efficace. La vaccination des chèvres peut être utilisée contre les germes qui causent des mammites, mais également contre les maladies qui prédisposent aux mammites. En effet, il existe des vaccins contre l'ecthyma contagieux chez les chèvres. La vaccination contre l'ecthyma contagieux permet de prévenir les lésions des trayons et donc les infections secondaires et les mammites favorisées par ces lésions (**Bergonier et Berthelot, 2003**).

II. PARTIE PRATIQUE

1. Cadre de la recherche

1.1. Objectifs de l'étude

Afin de mieux connaître la place des staphylocoques en infections intramammaires dans les élevages de chèvres dans les wilayas de Tizi-Ouzou et Boumerdes, nous nous sommes fixés les objectifs suivants :

- + estimer la prévalence des mammites cliniques et subcliniques chez les chèvres ;
- + analyser les facteurs de variation associés aux mammites cliniques et subcliniques ;
- + évaluer le taux d'implication des staphylocoques en infections intramammaires chez la chèvre ;
- + identifier l'étiologie bactérienne et la résistance de *Staphylococcus aureus* aux antibiotiques.

1.2. Plan pratique

Pour répondre aux objectifs fixés dans cette étude, nous avons procédé :

- à la description des caractéristiques associées à certains élevages caprins ;
- à l'examen clinique de toutes les mamelles des chèvres ;
- au dépistage systématique des trayons par le Californian Mastitis Test (CMT) chez les chèvres en lactation ;
- au prélèvement du lait de mammites cliniques et subcliniques pour analyses bactériologiques ;
- à l'étude bactériologique du lait mammitique ainsi qu'à l'identification phénotypique des staphylocoques.

1.3. Zone de l'étude

1.3.1. Description des wilayas d'étude

La wilaya de Tizi-Ouzou est une wilaya côtière, située dans la région de la grande Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura, dans la partie Nord-Centre de l'Algérie. Son relief est marqué par une succession et juxtaposition de différents ensembles topographiques. Caractérisée par un climat tempéré méditerranéen à été chaud et sec, cette région est un vaste bastion constitué d'une succession de chaînes de montagnes toutes d'orientation générale Est-Ouest et qui emprisonnent des plaines alluviales étroites. Administrativement, elle est divisée en 67 Communes et 21 Daïras.

La wilaya de Boumerdes est une wilaya côtière du centre du pays, située également en grande Kabylie et est caractérisée par un climat méditerranéen. Son relief est marqué par la juxtaposition d'ensembles physiques bien différenciés : les plaines et les vallées au nord, les collines et plateaux dans la partie intermédiaire et les montagnes au Sud.

1.3.2. Présentation des régions

✚ Daïra d'Azeffoun

Le massif d'Azeffoun se situe au Nord-Est de la wilaya de Tizi-Ouzou, à relief accidenté dominé par des pentes.

✚ Daïra de Tizirt

Ville côtière de la Kabylie située au Nord de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est enchâssée entre mer, plages, promontoire et collines qui l'entourent.

✚ Daïra de Baghlia

Région à vocation agricole, située à l'extrême Est de la wilaya de Boumerdes, dans la région de la grande Kabylie, caractérisée par son relief assez montagneux.

2. Matériel et méthodes

L'analyse bactériologique des échantillons de lait mammitieux prélevés des élevages caprins a été effectuée au sein du laboratoire de Biochimie Analytique et de Biotechnologies, à l'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou. L'ensemble des analyses et manipulations a nécessité le recours aux matériels et méthodes indiqués ci-après :

2.1. Matériel

Milieux de culture

- Milieux solides : gélose au sang frais, gélose Baird Parker additionnée de téllurite de potassium et du jaune d'œuf, gélose MacConckey, gélose Mueller Hinton, gélose à ADN.
- Milieux liquides : bouillon cœur-cerveau (Brain Heart Infusion Broth : BHIB).

Matériel biologique

Echantillons de laits de mammite clinique et subclinique, sang hépariné, plasma humain, souche de référence pour le contrôle de qualité : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, sensible à la Méthicilline.

Réactifs spécifiques et autres

Réactif de CMT (Teepol), sérum physiologique stérile, huile de paraffine stérile, eau oxygénée (H₂O₂), disques d'antibiotiques, galeries API Staph, ampoules d'API Staph Medium, Réactif VP1, VP2, NIT1 et NIT2, acide chlorhydrique à 2N, palette à quatre coupelles, boîtes Pétri.

Appareillage

- Agitateur de tubes « VORTEX », étuve réglée à 37°C, bain Marie, bec Bunsen, autoclave, four Pasteur, balance de précision.
- Spectrophotomètre.

Petit matériel

Pipettes Pasteur, micropipette à volume fixe et variable, pots de prélèvements stériles, seringues, gants, alcool éthylique à 70°C, lingettes, glacière, portoirs, embouts, cônes d'aspiration, bécher, anse à boucle, pinces bactériologiques, écouvillons stériles, règle.

2.2. Méthodes

2.2.1. Population de l'étude et échantillonnage

Durant la période allant du 10 Mars 2024 au 25 Mai 2024, deux daïras de la wilaya de Tizi-Ouzou à savoir Azeffoun et Tizirt, et une daïra de la wilaya de Boumerdes, à savoir Baghlia, ont été visitées pour la collecte des échantillons de lait à partir des trayons révélés positifs au dépistage par le test CMT. C'est ainsi que notre enquête a porté sur un effectif de 179 chèvres en lactation (soit 358 trayons dépistés).

En fonction de l'effectif animal, de l'aisance d'accessibilité aux élevages et la coopération des éleveurs, nous avons investigué 358 trayons chez 179 chèvres en lactation appartenant à huit (08) élevages répartis sur Tizi-Ouzou et Boumerdes. Après dépistage pour mammites cliniques et subcliniques, seuls les trayons positifs étaient prélevés.

2.2.2. Enquête sur les mammites au sein des élevages

- **Prospection des élevages**

Pour repérer les facteurs animaux et environnementaux favorisant l'installation des infections intramammaires, des fiches de renseignement conçues spécialement (**Annexe I**) ont été remplies, suivant les révélations du chargé d'élevage ainsi que nos constatations sur place.

- **Examen clinique des mamelles**

Les mamelles ont été examinées via inspection visuelle puis palpation pour révéler des symptômes de l'inflammation associés ou pas à des éventuelles lésions du pis. De plus, du lait de chaque trayon est prélevé et inspecté pour d'éventuels changements de couleur et de consistance.

- **Dépistage des mammites subcliniques**

Chez les chèvres en phase post-colostrale, une fois le pis nettoyé d'une manière grossière, le diagnostic de la mammite est réalisé par le Californian Mastitis Test (CMT) selon la procédure donnée par **Quin *et al.* (1994)**.

Pour chaque trayon, une fois les premiers jets éliminés, 2mL de lait sont trait dans la coupelle correspondante de la palette de CMT, auxquelles une quantité égale du Teepol est rajoutée. Un doux mouvement circulaire dans un plan horizontale est assujetti à la palette pendant quelques secondes. Notons que le réactif de Teepol fait éclater les cellules et réagit avec leur ADN en formant un gel dont la viscosité est d'autant plus élevée que la teneur en cellules est importante.

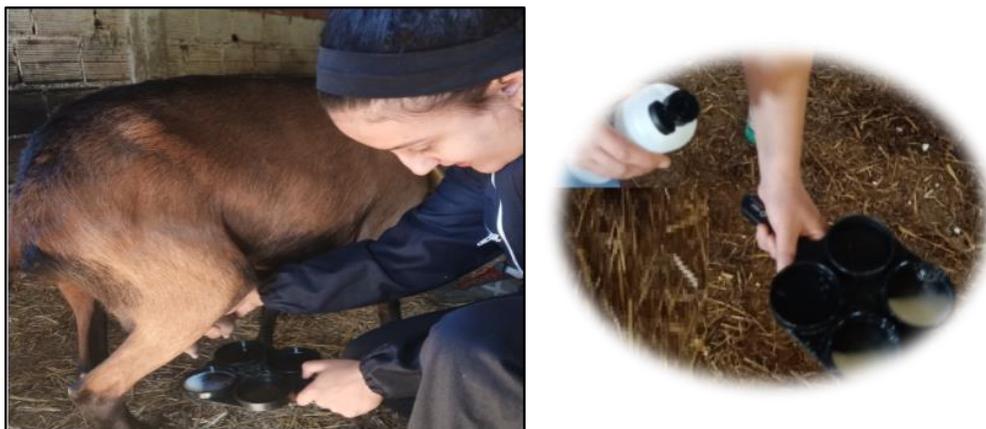


Figure 2 : Dépistage des mammites subcliniques par le Californian Mastitis Test (CMT)

Le résultat de la réaction marque le niveau de destruction des cellules somatiques et de la coagulation des acides nucléiques. Une chèvre est considérée atteinte d'une mammites subclinique si elle présente au minimum un trayon positif au CMT (**Annexe II**). Vu la grande subjectivité liée à la différenciation des degrés de formation du gel, seul l'aspect qualitatif du test CMT est retenu dans notre enquête.



Figure 3 : Réaction Teepol-lait positive des deux trayons chez la chèvre

- **Collecte des prélèvements de lait**

Les prélèvements de lait sont collectés, avant la traite du matin, selon les instructions de National Mastitis Council (**NMC, 1990**). Seuls les trayons positifs au CMT ont été prélevés pour analyses bactériologiques.

Le trayon atteint d'une infection intramammaire, est lavé par l'eau de robinet puis séché par des lavettes uniques jetables. Après avoir lavé soigneusement nos mains, des gants jetables sont enfilés. L'extrémité du trayon est ensuite désinfectée avec du coton imbibé d'alcool éthylique à 70°. La date, le numéro de la chèvre et le trayon prélevé sont les mentions notées sur les pots stériles avant chaque collecte d'échantillon de lait.

Après élimination des premiers jets, le bouchon est ôté avec la main droite pour être tenu entre l'index et le médium de la main gauche. Le couple, pot et bouchon ont alors leur ouverture dirigée vers le bas, et ce afin d'éviter toute contamination. Sitôt, le trayon saisi par la main droite, est ramené en position latérale pour être traité presque horizontalement dans le pot à prélèvement. Ce

dernier en position oblique au moment où le lait gicle, est porté entre le pouce et l'index de la main gauche avec un bouchon porté par l'index et le médium orienté vers le bas.

Enfin, le pot est rebouché avant redressement, puis placé immédiatement dans une glacière à 4°C et acheminé vers le laboratoire puis conservé au frais jusqu'au moment de l'analyse. A l'inverse de l'ordre de désinfection par l'alcool éthylique, l'échantillonnage des deux trayons a débuté par le trayon le plus proche et terminé par le plus éloigné.

2.2.3. Isolement et caractérisation phénotypique des staphylocoques

2.2.3.1. Culture bactérienne et isolement

Après homogénéisation des échantillons de lait mammitieux au vortex pendant cinq secondes, les milieux : gélose nutritive additionnée de 5% du sang humain frais, gélose Baird Parker additionnée de 5% du jaune d'œuf et de 0,5% de tellurite de potassium et la gélose MacConkey contenues respectivement dans des boîtes Pétri d'une part, ainsi que le bouillon cœur-cerveille (BHIB) d'autre part, ont étéensemencés par 0,01mL de lait mammitieux chacun. Les boîtes et les bouillonsensemencés, sont ensuite incubés à 37°C pendant 24h à 48h.

Après incubation, un prélèvement est considéré positif une fois une croissance minimale de 100 UFC/mL est détectée. Tout échantillon montrant plus de deux différents types de colonies est considéré contaminé (NMC, 1990).

Les échantillons négatifs à la primo-culture sont enrichis sur bouillon cœur-cerveille (BHIB) puis cultivés selon le même protocole précédent. En outre, toutes les colonies d'aspect caractéristique ou non sont soumises à un test de confirmation.

L'isolement est effectué sur gélose Baird Parker supplémenté de tellurite de potassium et du jaune d'œuf. A partir des primo-cultures positives non contaminées, une colonie est prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur, puis étalée en stries sur gélose préalablement coulée sur boîte Pétri. Les boîtes ainsiensemencées sont incubées à 37°C pendant 24h à 48h.

2.2.3.2. Identification des staphylocoques

✚ Test de la catalase

Il s'agit de mettre en évidence la présence de cette enzyme dans les bactéries. Pour cela, on racle à l'aide d'une pipette Pasteur une colonie isolée de la souche à tester à partir de la gélose au sang et on la dissocie dans une goutte d'eau oxygénée déposée sur un fond propre et sec. Si la bactérie

possède une catalase, il se produit un dégagement d'oxygène : on observe immédiatement une effervescence. Sinon, aucune réaction ne se produit (**Figure 4**).

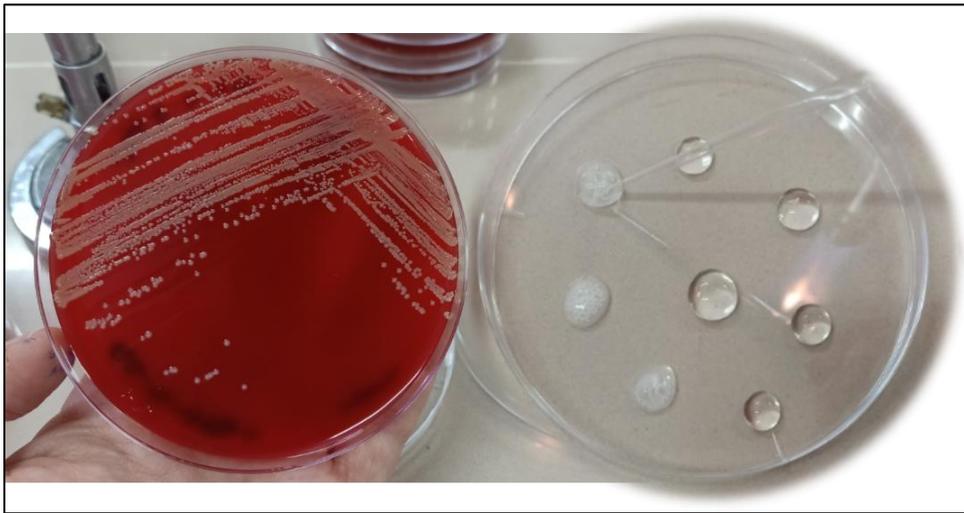


Figure 4 : Mise en évidence de la présence de la catalase

✚ Test de la désoxyribonucléase (ADNase)

Certaines bactéries ont la capacité d'hydrolyser l'ADN grâce à une enzyme, l'ADNase. Cette enzyme est recherchée par la culture des souches à tester sur des boîtes de Pétri contenant de la gélose à ADN. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24h. La mise en évidence de cette enzyme se traduit par la présence d'une zone claire tout autour de la culture bactérienne après inondation de la boîte de Pétri avec une solution de HCL à 2N.

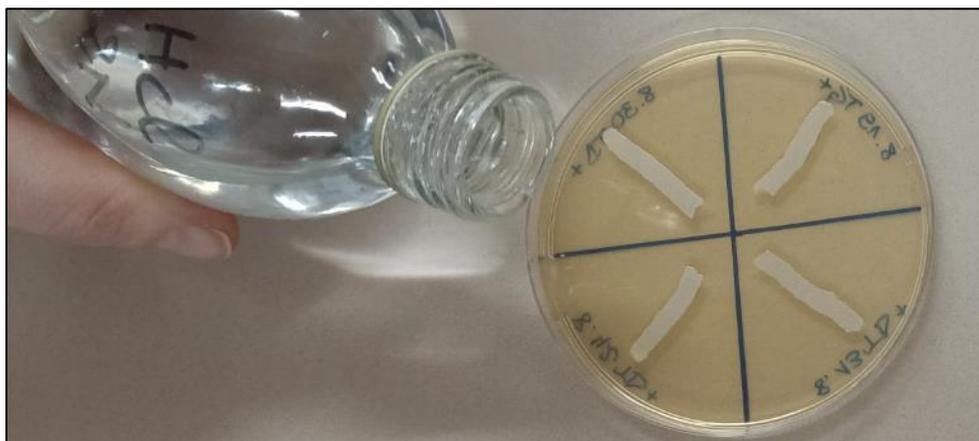


Figure 5 : Test de la désoxyribonucléase

✚ Test de la coagulase

Ce test permet la recherche de la coagulase, exo-enzyme capable *in vitro* de coaguler le plasma de lapin (substitué par le plasma humain dans notre cas). Dans un tube contenant environ 0,5 mL de bouillon cœur-cervelle, préalablement ensemencé et incubé pendant 24 heures, un volume équivalent de plasma humain y est rajouté puis est incubé dans une étuve à 37°C pendant 4 heures. Les Staphylocoques à coagulase positive coagulent le plasma au bout de quelques minutes à quelques heures, alors que le milieu reste liquide pour les bactéries à coagulase négative.



Figure 6 : Test positif de la coagulase

✚ Galerie biochimique API Staph

Système standardisé pour diagnostic *in vitro* et contrôle microbiologique. Il comprend des tests biochimiques miniaturisés répartis sur 20 microtubes contenant des substrats déshydratés, qui seront inoculés avec une suspension bactérienne réalisée dans API Staph Medium. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs.

- **Préparation de l'inoculum**

A partir d'une culture pure et jeune (18-24h à 37°C) sur gélose au sang, des colonies isolées et parfaitement identiques sont raclées à l'aide d'une anse à boucle. Une suspension bactérienne homogène est préparée en déchargeant l'anse à boucle dans 6 mL de l'ampoule API Staph Medium. L'opacité de cette suspension doit être égale à 0,5 McFarland, et doit être utilisée extemporanément.

- **Préparation et inoculation de la galerie**

- ✓ Le couvercle et le fond d'une boîte d'incubation sont réunis, puis un volume d'environ 5 mL d'eau distillée est réparti dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide. La référence de la souche est inscrite sur la languette latérale de la boîte.
- ✓ La galerie est placée dans la boîte d'incubation et ses tubes sont remplis à l'aide d'une seringue avec API Staph Medium ensemençé. Les tests ADH et URE sont additionnés d'huile de paraffine stérile en remplissant leurs cupules pour former un ménisque convexe.
- ✓ A la fin, la boîte est renfermée puis incubée à 37°C pendant 18-24 heures.

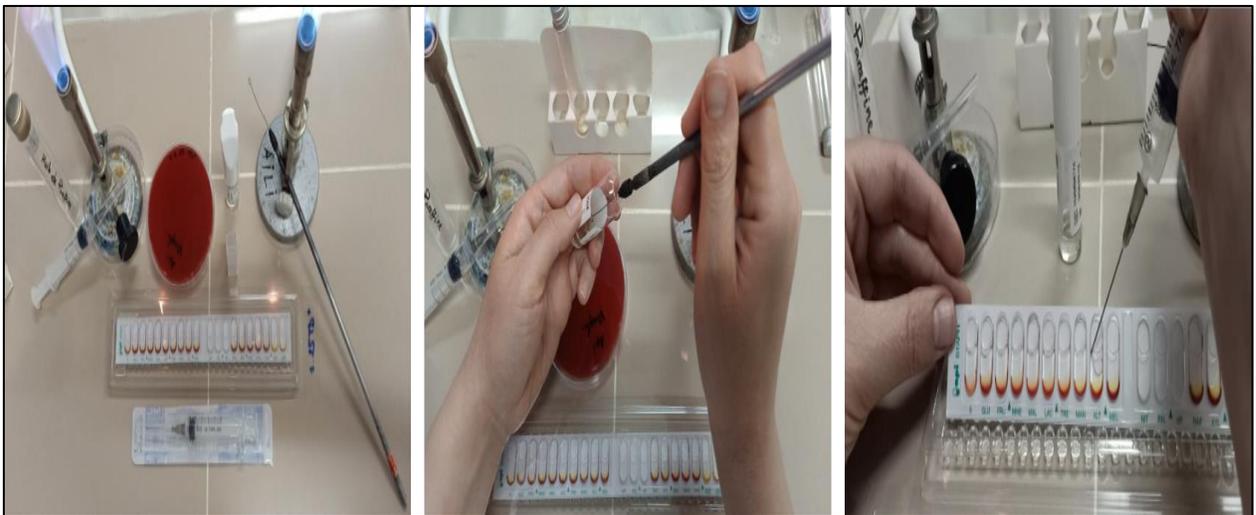


Figure 7 : Préparation et inoculation de la galerie API Staph

- **Lecture et interprétation**

Après incubation, lire les réactions conformément au **tableau** de lecture (**Annexe III**) en ajoutant une goutte des réactifs VP1, VP2, NIT1 et NIT 2. L'identification est obtenue à partir du profil numérique porté sur la fiche de résultats, et ce à l'aide du logiciel d'identification ApiwebTM.



Figure 8 : Lecture des galeries API Staph

2.2.3.3. Sensibilité des isolats aux antibiotiques

L'étude de la sensibilité aux antibiotiques a été réalisée selon la méthode de diffusion sur gélose Mueller-Hinton, en suivant les recommandations de standardisation du National Committee for Clinical Laboratory Standards. Les isolats de *Staphylococcus aureus* ont été testés vis-à-vis de 11 molécules antibiotiques (**Annexe IV**). Pour valider les résultats du test de l'antibiorésistance, le contrôle des disques d'antibiotiques et la qualité de la gélose Mueller-Hinton utilisée ; une souche de référence *S. aureus* ATCC 259223 a été utilisée.

La réalisation d'un antibiogramme nécessite l'utilisation d'un inoculum standardisé qui est obtenu à partir d'une culture bactérienne pure de 18 à 24h sur milieu d'isolement approprié. Quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques sont raclées à l'aide d'une anse à boucle préalablement stérilisée, qui est par la suite déchargée dans 3 à 4 mL d'eau physiologique stérile. Cette suspension bactérienne est homogénéisée ; son opacité doit être approximativement de 0,5 McFarland.

La technique utilise un écouvillon qui, une fois imbibé de suspension bactérienne, est pressé doucement en le tournant sur la paroi interne du tube afin d'éliminer le liquide en excès retenu. L'écouvillon est ensuite frotté à la surface de la gélose, de haut en bas, en stries serrées. L'opération est répétée deux fois, en tournant la boîte de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même, puis finir par le passer sur la périphérie de la gélose.

Après application des disques d'antibiotiques à l'aide de pinces bactériologiques stériles, les boîtes sont immédiatement incubées. Après 24h d'incubation à 37°C, les mesures des diamètres

des zones d'inhibition ont été interprétées selon les recommandations de Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI, 2020). Les critères d'interprétation de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie ont été utilisés pour l'acide fusidique et la kanamycine (CA-SFM, 2022) (Annexe IV).



Figure 9 : Estimation des diamètres des zones d'inhibition

2.2.4. Synthèse des données et analyse

L'ensemble des données recueillies ont été codifiées, saisies et stockées dans un fichier Microsoft Excel 2016 sur lequel le traitement des données a été réalisé.

3. Résultats

3.1. Distribution géographique de la population de l'étude et échantillonnage

Notre étude sur les mammites caprines a concerné 8 élevages disposant de 231 chèvres en lactation appartenant à deux daïras de la wilaya de Tizi-ouzou (Azeffoun et Tigzirt) et une daïra de la wilaya de Boumerdes (Baghlia). La quasi-totalité des chèvres rencontrées dans les fermes visitées étaient de race Saanen, cependant l'élevage E7 ne disposait que de chèvres de race Alpine. L'élevage E5 quant à lui, abritait en plus des Saanen, deux chèvres Alpines. Au regard du tableau ci-dessous, on constate une hétérogénéité du nombre de chèvres dépistées dans chacune des daïras retenues. Les élevages visités disposent d'un effectif de 327 chèvres dont 231 chèvres en lactation. En effet, les élevages E1 et E8 aménagent à eux seuls 50,45% de chèvres (165/327). Parmi les 231 chèvres en lactation, 179 ont fait objet de dépistage des mammites.

Tableau 3 : Répartition géographique et échantillonnage des chèvres au sein des élevages

	Elevages	Chèvres	Chèvres en lactation	Chèvres dépistées
Azeffoun	E1	80	50	25
	E2	45	20	18
	E3	10	6	6
	E4	40	20	17
	E5	24	24	23
	E6	18	14	14
Baghlia	E7	25	18	18
Tigzirt	E8	85	79	58
Total	8	327	231	179

3.2. Paramètres liés aux pratiques de l'élevage dans notre population de l'étude

Les élevages visités disposent de 10 à 85 chèvres ($40,9 \pm 28,1$ chèvres / élevage) hébergées dans 1 à 3 enclos et entretenues le plus souvent par deux éleveurs permanents par ferme assurant les activités d'élevage. L'expérience professionnelle des chargés d'élevage varie de 4 à 26 ans ($15,9 \pm 8,7$ ans). Un à trois vétérinaires différents est le nombre de vétérinaires souvent sollicités par les éleveurs. Ainsi, le nombre d'interventions vétérinaires durant l'année au sein des élevages investigués varie de 0 à 10 interventions/an. Enfin, 62,5% (5/8) des éleveurs déclarent la survenue d'au moins un cas de mammite clinique dans leurs élevages.

Tableau 4 : Description des paramètres liés aux pratiques de l'élevage de chèvres

Critères	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Moyenne±Ds
Age de l'exploitation	26	24	10	13	6	4	24	20	15,9±8,7
Nombre de chèvres	80	45	10	40	24	18	25	85	40,9±28,1
Nombre d'enclos	1	2	1	3	2	2	2	3	2±0,8
Acquisition d'intrants récents (Nb.)	1	0	0	0	0	0	0	0	0,1±0,4
Nombre de professionnels	2	2	1	2	2	2	2	2	1,9±0,4
Nombre de trayeurs	1	1	1	1	2	1	1	2	1,3±0,5
Nombre de vétérinaires traitants	2	1	1	1	1	1	1	3	1,4±0,7
Intervention vétérinaire /an (Nb.)	3	6	0	3	2	4	10	2	3,8±3,1
Survenue des mammites cliniques (Nb.)	0	2	0	6	2	1	3	0	1,8±2,1
Ds : Déviation Standard.									

3.3. Conduite d'élevages caprins et caractéristiques des pratiques de la traite

Au moins une espèce animale est associée aux caprins dans les élevages investigués. Bien que 37,5% des élevages interrogés livrent le lait aux unités de transformation, la vocation strictement laitière des élevages ne dépasse pas 25%. Les trayeurs de ces derniers pratiquent d'ailleurs, une traite mécanique. Les personnes responsables de la traite des chèvres sont les mêmes dans tous les élevages. Le nettoyage des mamelles, l'usage des lavettes, l'essuyage des pis et le trempage des trayons après la traite ne sont jamais réalisés dans tous les élevages investigués. Bien que le type tarissement pratiqué soit progressif, aucun éleveur n'assure le traitement au tarissement des mammites subcliniques, ni leur dépistage durant la lactation.

Tableau 5 : Conduite d'élevages caprins et caractéristiques des pratiques de la traite

Critères	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Animaux associés aux caprins	CN	CN	-	CN	CN	CN	CN	CN
	OX	-	OX	OX	-	-	-	-
	BV	-	-	BV	-	-	-	-
	-	-	-	EQ	-	-	-	-
Type d'élevage	Mixte	Mixte	Mixte	Mixte	Laitier	Mixte	Mixte	Laitier
Séparation des chevreaux	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non
Destination du lait collecté	CF+IT	CF	CF	CF	CF+IT	CF	CF	CF+IT
Mode de traite	Man	Man	Man	Man	Mec	Man	Man	Mec
Elimination des premiers jets	Parfois	Parfois	Parfois	Non	Non	Parfois	Parfois	Non
Egouttage en fin de traite	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
TRT des mammites cliniques	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Mammites rebelles aux TRT	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Man : Manuelle ; Mec : Mécanique, CN : Canins ; OX : Oiseaux ; BV : Bovins ; EQ : Équidés ; CF : Consommation familiale ; IT : Industrie transformatrice.								

3.4. Prévalence des mammites chez les chèvres

Les paramètres retenus pour la description de la prévalence des mammites chez les chèvres laitières dans notre enquête ont révélé que sur les 179 chèvres en lactation concernées par cette étude, 79 (44,13%) chèvres ont présenté au moins un trayon mammitieux. Ainsi, 120 (33,51%) trayons affectés ont été recensés. De plus, 9 trayons non fonctionnels ont été diagnostiqués chez 9 chèvres, ces derniers ne sont qu'une indication d'une précédente infection intramammaire. La prévalence individuelle des mammites cliniques est de 3,79%. Les formes cliniques ont été diagnostiquées chez 4 trayons appartenant à 3 chèvres. Par ailleurs, les formes subcliniques ont touché 43,01% (77/179) des chèvres.

3.4.1. Variation inter-cheptel de la prévalence des mammites

Nos résultats montrent que tous les élevages visités ont exposé au minimum un cas de mammite. La survenue des cas de mammite clinique a été observée dans 12,5% (1/8) des élevages investigués. De nos élevages ayant de 6 à 58 chèvres en lactation, on peut noter une prévalence individuelle de mammite de 44,13%, avec une variation intra-cheptel allant de 16,6% à 72,2%.

3.4.2. Variations individuelles des mammites caprines

L'effet de la localisation du trayon sur la prévalence des mammites chez la chèvre a montré que tous les trayons droits et gauches ont le même risque de contracter une mammite. Néanmoins la survenue des mammites est bilatérale chez 21,8% des chèvres et unilatérale chez 21,2% des chèvres. La fréquence la plus élevée d'atteinte bilatérale (50%), a été enregistrée dans l'élevage E7.

3.5. Facteurs de variations de la prévalence des mammites

L'étude des facteurs de variation de la prévalence des mammites chez la chèvre, a montré des disparités importantes en fonction des tranches d'âge, du numéro ainsi que du mois de lactation. Les prévalences les plus élevées étaient constatées chez les chèvres âgées de 2 à 6 ans, ayant de 4 à 6 lactations notamment après 3 mois de traite.

3.6. Analyse microbiologique

Parmi les 116 trayons étudiés, 43 (37,06%) se sont révélés bactériologiquement négatifs, 2 prélèvements sont contaminés et 71 (61,2%) trayons sont infectés. 57 trayons ont permis l'isolement d'un seul type de germes et 14 trayons ont montré deux types de germes.

3.7. Impact des staphylocoques sur la santé de la mamelle chez la chèvre

A partir de 71 prélèvements de lait positifs, 61 isolats de staphylocoques seules ou associés ont été identifiés. Des fréquences d'implication des staphylocoques dans les infections intramammaires caprines ont été estimées à 47 (40,51%) pour *Staphylococcus non-aureus* et 14 (12,06%) pour *S. aureus*. En effet, la prévalence individuelle globale d'implication des staphylocoques dans les mammites cliniques et subcliniques est de 68,83% avec une atteinte de 61 trayons. Par ailleurs, *Staphylococcus aureus* était impliqué dans un seul élevage.

3.8. Identification biochimique d'une sélection de *S. non aureus*

L'identification par les galeries biochimiques Api-Staph d'une sélection de 13 isolats appartenant à 4 élevages distincts a permis de distinguer les espèces suivantes : *S. warneri* (30,76%), *S. hominis* (23,07%), *S. capitis* (15,38%), *S. simulans* (15,38%), *S. xylosus* (7,69%) et *S. auricularis* (7,69%).

3.9. Résistance aux antibiotiques de *S. aureus*

Tous les isolats de *S. aureus* impliqués dans les infections intramammaires caprines étaient sensibles à la céfoxitine (Méticilline), la kanamycine, la gentamycine, l'ofloxacine, l'acide fusidique et le chloramphenicol. Un taux de résistance de 21,42% a été enregistré pour la tétracycline. Cependant, une résistance à la pénicilline et la clindamycine de 14,28% et à l'érythromycine et le triméthoprim sulfaméthoxazole de 7,14% ont été enregistrées.

3.10. Profils de résistance des *S. aureus* aux antibiotiques

Nos résultats ont montré que 4 (28,57%) isolats de *S. aureus* étaient résistants à au moins un antibiotique. Trois profils de résistance différents ont été distingués. L'élevage E7 de la daïra de Baghliá a montré deux profils de résistance aux antibiotiques, dont un isolat est multirésistant.

4. Discussion

4.1. Echantillon animal et critères d'inclusion

Notre enquête a concerné 8 élevages choisis en fonction de la disponibilité et la coopération des éleveurs. La grande disparité intra-cheptels des effectifs (6 à 58 chèvres en lactation/élevage) pourrait influencer directement sur la précision relative intra-cheptel de la prévalence des mammites.

Tenant compte de la fiabilité des résultats, **David *et al.* (2000)** suggèrent la réalisation du test de CMT à partir de la troisième semaine de lactation. Dans notre étude, le dépistage des mammites subcliniques a été effectué sur toutes les chèvres en lactation après 7 jours de chevrotage, évitant ainsi les erreurs par excès. Cependant un taux de 37,06% des laits mammitieux était bactériologiquement négatif et 1,72% étaient contaminés montrant plus de deux types de colonies sur le milieu gélose au sang frais.

Seul l'aspect qualitatif a été retenu lors de l'interprétation des résultats du CMT, or pour étudier objectivement l'intensité de l'inflammation en mammites subcliniques, le recours au comptage des cellules somatiques pourrait être d'utilité supérieure. Seulement treize isolats de staphylocoques à coagulase négative ont été analysés biochimiquement par des galeries API-Staph. Au fur et à mesure de l'avancement dans l'enquête, et afin d'éviter toute erreur par défaut ou par excès, toutes les données des élevages ainsi que celles du dépistage et d'analyses d'échantillons ont été reportées avec soin par deux personnes, sur un fichier Excel en vue de leur traitement.

4.2. Prévalence et importance des mammites

La fréquence, parfois la gravité médicale, le coût des traitements mais aussi les répercussions sur la production laitière en quantité et en qualité ainsi que l'impact réglementaire sur la vente du lait et des produits crus sont autant d'éléments affectant l'économie du troupeau (**Chartier, 2009**). Notre enquête a montré que tous les élevages visités, présentent au moins un cas de mammite. Ces dernières étant classiquement regroupées en mammites contagieuses et environnementales, peuvent engendrer des pertes économiques importantes. Le réservoir des germes contagieux est la mamelle infectée, qui sans traitement, peut persister et pérenniser dans les élevages.

Les infections mammaires des petits ruminants se distinguent de celles des bovins par leur étiologie, une moindre incidence moyenne des cas cliniques, ainsi que par la cytologie du lait

caprin (**Bergonier et al., 1997**). En termes de prévalence, on a enregistré sur le plan individuel 3,79% de cas de mammites cliniques et 43,01% de mammites subcliniques. Nos résultats corroborent avec ceux de **Ferrouillet et Belanger (2003)** où la prévalence des mammites cliniques est inférieure à 5% chez la chèvre, alors que les mammites subcliniques sont beaucoup plus fréquentes avec des prévalences supérieures à 18%. L'étude menée par **Bentayeb en 2016** a rapporté, sur le plan individuel, des prévalences de 3% et 29,3% des formes cliniques et subcliniques respectivement.

Sur le plan trayon, on a enregistré des taux de : 1,12 % et 32,40% pour les mammites cliniques et subclinique respectivement. Dans ce contexte, des taux de 2,6% et 19,5% associés aux formes clinique et subclinique respectivement ont été précédemment rapportés (**Bentayeb, 2016**). Les prévalences d'atteinte par les mammites enregistrées sur les trayons droits et gauches sont similaires. Cependant, les prévalences les plus élevées étaient constatées chez les chèvres âgées de 2 à 6 ans et ayant de 4 à 6 lactations notamment après 3 mois de traite. Ces fortes prévalences peuvent être dues à une mauvaise hygiène des étables et de la traite ainsi que l'absence de la prise en charge des cas de mammites cliniques et subcliniques. Aucun éleveur ne fait recours au dépistage des mammites subcliniques ni au traitement au tarissement.

4.3. Analyse bactériologique et isolement des staphylocoques

Le taux de stérilité bactériologique des prélèvements rapporté dans notre étude (37,06%) se rapproche des taux de 20% et 34% rapportés par **Hammaz en 2014** à Tizi-Ouzou et **Hama en 2006** en Mauritanie respectivement. Il est cependant supérieur au taux de 2,5% sur 1200 échantillons de lait congelés à 20% rapporté par **Sanchez et al. (2003)** et 6,2% des cultures stériles rapporté par **Bentayeb en (2016)** dans la wilaya de Tizi-Ouzou. En effet, la variabilité d'excrétion des germes dans le lait ainsi que la perturbation de la croissance des germes en cause par des contaminants exogènes pourraient conduire à des cultures négatives. Il a été rapporté, que la congélation à -20°C diminue le nombre des entérobactéries dans les échantillons de lait, au moment où elle est sans effet sur les staphylocoques (**Poutrel, 2008**). Les cultures négatives peuvent émaner aussi des mamelles enflammées en l'absence de germes. Enfin, les techniques de bactériologie utilisées sont insuffisantes pour l'isolement des germes fragiles comme les mycoplasmes.

Sur les 116 échantillons de lait mammitieux analysés bactériologiquement, 71 se sont révélés contaminés par un à deux bactéries. Des taux 49,13% d'atteinte par un seul type de bactérie et

12,06% par deux types de bactéries (NMC, 1990). A Tizi-Ouzou, comparativement à nos résultats, **Bentayeb (2016)** a rapporté 85,8% d'atteinte par un seul germe et 8% d'atteinte par deux germes, alors que **Hammaz en 2014** a rapporté des taux de 41,11% et 32,22% respectivement. Cette différence pourrait être due à la différence de la méthodologie utilisée lors des prélèvements de lait et d'isolement bactérien.

Les résultats bactériologiques de notre étude placent les *Staphylococcus non-aureus* comme les agents étiologiques staphylococciques les plus fréquemment rencontrés dans les infections mammaires avec une fréquence de 40,51% contrairement aux *S. aureus* rencontrés avec une fréquence de 12,06%. Les études précédemment menées en Algérie ont montré des fréquences élevées d'implication des staphylocoques à coagulase négative dans les mammites caprines (**Bourabah, 2013 ; Hammaz, 2014 ; Bentayeb, 2016**). En effet, **Hammaz (2014)** a rapporté des taux de 31,6% et 20% pour les Staphylocoques à coagulase négative et les Staphylocoques à coagulase positive respectivement alors que **Bentayeb (2016)** a rapporté des fréquences de 15,9% et 8,8% respectivement. **Bergonier et al. (1997)** rapportent que *Staphylococcus aureus* est le germe le plus fréquent dans les mammites cliniques (30 à 50%), tandis que les *Staphylococcus* à coagulase négatives sont les plus souvent incriminés dans les mammites subcliniques (60 à 70%).

4.4. Résistance aux antibiotiques de *S. aureus*

L'étude de l'antibiorésistance des germes isolés des mammites est d'une grande importance d'un point de vue clinique qu'économique. La résistance aux antibiotiques des isolats de *S. aureus* impliqués dans les infections intramammaires caprines dans notre étude est relativement faible. On rapporte en effet, des taux de résistance de 21,42% pour la tétracycline et 14,28% pour la pénicilline et la clindamycine. Les bêta-lactamines sont les antibiotiques les plus utilisés dans le traitement des mammites caprines (**Moroni, 2004**). Dans l'étude menée par **Bentayeb (2016)**, 21,4% des souches de staphylocoques ont montré une résistance à la pénicilline G. **Hammaz en 2014** a rapporté un taux de 33,9% chez les staphylocoques impliqués dans les mammites caprines. En mammitte bovine, le niveau de résistance à la pénicilline lié aux staphylocoques rapportés par **Saidi et al. (2015)** est de 95,2%. Par ailleurs, **Akkou et al. (2016)** ont observé 86,5% de *S. aureus* résistants à la pénicilline ; ces derniers ont démontré en plus, que les souches infectantes étaient d'origine humaine. Notons qu'une fréquence élevée de *S. aureus* résistants à la

méticilline est rapportée dans le milieu hospitalier et en communauté. Nos souches d'origine caprine étaient toutes sensibles à la méticilline. La résistance aux autres antibiotiques tels que la tétracycline, la clindamycine, l'érythromycine et le triméthoprim sulfaméthoxazole pourrait expliquer la pression de sélection liée l'usage de ces antibiotiques en traitement dans les élevages investigués.

Conclusion et recommandations

A la lumière de nos résultats, il s'avère que les mammites demeurent l'une des pathologies dominantes qui sévissent dans les élevages caprins et qui constituent une entrave à l'essor de la production laitière. Elles représentent un trouble majeur, situé au carrefour de la qualité du lait et du bien-être animal.

La prospection des chèvres en lactation, dont la quasi-totalité étaient de race Saanen, au sein des élevages de Tizi-Ouzou et de Boumerdes reflète le fardeau que représentent ces infections intramammaires. On enregistre en effet des prévalences élevées des mammites à l'échelle troupeau, individu et trayon, particulièrement chez les chèvres âgées de 2 à 6 ans, ayant de 4 à 6 lactations notamment après 3 mois de traite. La forme subclinique des mammites était prédominante par rapport à la forme clinique. L'analyse bactériologique des échantillons de lait mammitieux montre, une prévalence individuelle globale d'implication des staphylocoques dans ces deux formes de mammites de 68,83%, dont 12,06% pour les *S. aureus* et 40,51% pour les *Staphylococcus non-aureus*. De ces derniers, les espèces *S. warneri*, *S. hominis*, *S. capitis*, *S. simulans*, *S. xylosus* et *S. auricularis* étaient identifiées.

L'étude de la sensibilité des isolats de *S. aureus* vis-à-vis de quelques molécules d'antibiotiques a montré l'existence de résistance avec des proportions variables selon les différentes familles considérées, mais elle reste relativement faible. La multirésistance aux antibiotiques a été observée chez un seul isolat. Or, la dissémination progressive de l'antibiorésistance doit être considérée comme une menace majeure, en absence d'une politique claire et restrictive visant à réduire l'usage des agents antimicrobiens non seulement chez l'homme, mais aussi chez l'animal.

L'amélioration de la qualité du lait caprin produit localement repose essentiellement sur l'instauration d'une politique de qualité, visant la vulgarisation de bonnes pratiques d'élevages et d'hygiène, la mise en œuvre d'un contrôle laitier permanent et un encadrement zootechnique des éleveurs. La vraie solution consiste à lutter par tous les moyens contre la mammité et les problèmes qu'elle pose. Il faut agir à deux niveaux : limiter les nouvelles infections et diminuer les taux des infections existantes.

Références bibliographiques

Akkou M., Antri K., Bachtarzi M.A., Bès M., Tristan A., Dauwalder O., Kaidi R., Meugnier H., Tazir M., Etienne J., Lurent F. et Ramdani-Bouguessa N. (2016). Phenotypique and genotypique characterization of *Staphylococcus aureus* strains associated with bovine mastitis and nasal carriage of workers in contact to animals in Algeria. *Pak Vet J.* **36** (2) : 184-188.

Amorena B., Baselga R. et Albizu I. (1994). Use of liposome-immunopotentiated exopolysaccharide as a component of an ovine mastitis staphylococcal vaccine. *Vaccine.* 1994. **12** (3) : 243-249.

Bardiau M., Detilleux J., Farnir F., Mainil J.G. et Ote I. (2014). Associations between properties linked with persistence in a collection of *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mastitis. *Veterinary Microbiolog.*, **169**:74-9.

Barkema H.W., Green M.J., Bradley.J. et Zadoks R.N. (2009). Invited review: The role of contagious disease in udder health. *J Diry Sci.* **92** : 4717-4729.

Bentayeb L. (2016). Contribution à l'étude des mammites (cliniques et subcliniques) à staphylocoques chez la chèvre dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de fin d'études, Institut des Sciences Vétérinaires, Blida-1.

Bergonier D. et Berthelot X. (2003). New advances in epizootiology and control of ewe mastitis. *Livest. Prod. Sci.* **79** (1) : 1–16.

Bergonier D., Blanc M. C., Fleury B., Lagriffoul G., Barillet F. et Berthelot X. (1997). Les mammites des ovins et des caprins laitiers : étiologie, épidémiologie, contrôle. *Renc. Rech. Ruminants.* **4** : 251-260.

Bergonier D., De Crémoux R., Rupp R., Lagriffoul G. et Berthelot X. (2003). Mastitis of dairy small ruminants. *Vet. Res.***34** (5) : 689-716.

Berthelot V. (2018). Alimentation Des Animaux Et Qualité De Leurs Produits. Editions TEC & DOC. Agriculture d'Aujourd'hui, Lavoisier. Paris.

Billa P.A. (2020). Identification de biomarqueurs du statut nutritionnel dans le lait et étude nutriginomique de la glande mammaire de vache Holstein et Montbéliarde. Génétique,

Physiologie, Pathologie, Nutrition, Microbiologie, Santé, Innovation. Thèse de Doctorat. Université Clermont Auvergne.

Bourabah A., Ayad A., Hammoudi S.M., Boukraa L. et Benbarek H. (2013). Prevalence and etiology of subclinical mastitis in goats of the Tiaret Region, Algeria. *Global Veterinaria*. **11** (5): 604-608.

Boyazoglu J., Hatziminaoglou I. et Morand-fehr P. (2005). The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. *Small Ruminant Research*. **60** : 13-23.

CA -SFM. (2022). Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie : recommandations. Société Française de Microbiologie, Soussy CJ.

Chartier C. (2009). Pathologie Caprine : Du Diagnostic à la Prévention. Editeurs du Point Vétérinaire, Sine Qua Non. **325** : 207-220.

CLSI. (2020). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, USA.

CN AnGR. (2003). Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie.

Contreras A., Luengo C., Sanchez A. et Corrales J.C. (2003). The role of intramammary pathogens in dairy goats. *Livestock Production Science*. **79** : 273-283.

Contreras A., Sierra D., Sánchez A., Corrales J.C., Marco J.C., Paape M.J. et Gonzalo C. (2007). Mastitis in small ruminants. *Small Ruminant Res*. **68** (1-2) :145-153.

David V., De Cremoux R., Roussel P., Lamoureux B., Mercier P. et Vidard T. (2000). Le CMT ou test au teepol. <http://www.inst-elevage.asso.fr>

David V., De Cremoux R., Roussel P., Lamoureux B., Mercier P. et Vidard T. (2013). Le CMT ou test au teepol. Elaboration par : GIE Midi-Pyrénées, chambres d'agriculture Lot et Garonne et Lot, Etoile du Quercy. Institut de l'élevage (France) : Références : 001238061.

De Cremoux R. (1995). Relation entre les numérotations cellulaires du lait et les infections mammaires chez la chèvre. Thèse de Doctorat. Médecine Vétérinaire. Toulouse.

De Matos G. (2013). Contribution à la maîtrise du risque lié à *Staphylococcus aureus* en filière fermière de fromage de chèvre au lait cru en Corse. Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, 98p

Durel L., Guyot H. et Théron L. (2011). Vade-mecum Des Mammites Bovines, Editions MED'COM. 270p.

FAO. (2020). FAOSTAT, Division statistique.

Ferrouillet C. et Belanger D. (2003). Les mammites subcliniques chez la chèvre laitière. Le médecin vétérinaire du Québec. **33** (1-2).

Fthenakis G. C. (2000). Field evaluation of flunixin meglumine in the supportive treatment of ovine mastitis. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* **23** (6) :405-407.

Gourreau J.M., Chastant S., Maillard R., Nicol J.M. et Schelcher F. (2011). Guide Pratique Des Maladies Des Bovins. Editions France Agricole. Paris.

Hama H. (2006). Recherche de bactéries associées aux mammites subcliniques dans le lait de chèvre en Mauritanie et au Togo et détermination de leur antibio-sensibilité. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, Dakar.

Hammaz Z. (2014). Prévalence des mammites subcliniques caprines et leurs étiologies. Mémoire de Magister, ENSV d'Alger.

Hanzen CH. (2015). Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire. Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques. Approches individuelles et de troupeau des mammites. Liège, Belgique.

Hanzen CH. (2009). La pathologie infectieuse de la glande mammaire. Etiopathogénie et traitements. Approche individuelle et de troupeau. Liège, Belgique.

IDELE, 2012. Les mammites caprines in: <http://www.fidocl.fr/content/dossier-mammites-caprines-idele>.

ITELV. (2013). Développement de la production laitière caprine et fabrication artisanale du fromage de terroir. [En ligne] (page consultée le 10/05/2023)

Kadi S. A., Hassini F., Mouhous A. et Lounas N. (2013). Caractérisation de l'élevage caprin dans la région montagneuse de Kabylie en Algérie. In Options Méditerranéennes: A, no. 108, Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations.

- Laouadi M., Tennah S., Kafidi N., Antoine-Moussiaux N. et Moula N. (2018).** A basic characterization of small-holders' goat production systems in Laghouat area, Algeria. *Pastoralism*. **8**(1).
- Las Heras A., Dominguez L., Lopez I. et Fernandez-Garayzabal J.F. (1999).** Outbreak of acute ovine mastitis associated with *Pseudomonas aeruginosa* infection. *Vet. Rec.* **145** (4) : 111-112.
- Leonil J., Le Loir Y. et Lortal S. (2022).** Le Lait : Un Concentré De Bienfaits. 50 Clés Pour Comprendre Les Produits Laitiers. Editions Quae, Versailles Cedex, France.
- Madani T. (1994).** Equilibre agro-sylvo pastoral : Massif des Beni Salah (Algérie). Forêt méditerranéenne. **15**(1), 64-65.
- Madani T., Hubert B., Lasseur J. et Guérin G. (2001).** Association des bovins, des ovins et des caprins dans les élevages de la suberaie Algérienne. Cahiers Agricultures. 10 : 9-18.
- Madani T., Sahraoui H. et Benmakhlouf H. (2015).** L'élevage caprin en Algérie : systèmes d'élevage, performances et mutations. Workshop national sur : Valorisation des races locales ovines et caprines à faibles effectifs, (02-03 March), 3.
- Mavrogianni V. S., Alexopoulos C. et Fthenakis G. C. (2004).** Field evaluation of flunixin meglumine in the supportive treatment of caprine mastitis. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* **27** (5): 373–375
- Mavrogianni V.S., Menzies P.I., Fragkou I.A. et Fthenakis G.C. (2011).** Principles of mastitis treatment in sheep and goats. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* **27** (1): 115-120.
- Mckellar Q.A. (2006).** The health of the sheep industry and the medicines to maintain it. *Small Ruminant Res.* **62** (1-2) :7-12.
- Mir Y. et Sadki I. (2018).** Evaluation de la conductivité électrique du lait comme moyen de détection précoce des mammites bovines dans différentes fermes au sud du Maroc. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* **6** :308-313.
- Missohou A., Nahimana G., Ayssiwede S.B. et Sembene M. (2016).** Elevage caprin en Afrique de l'Ouest : une synthèse. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* **69** (1) : 3-18.

- Moroni P., Vellere F., Antonini M., Pisoni G., Ruffo G. et Carli S. (2004).** Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from chronically infected dairy goats. *Int J Antimicrob Agents*. **23** : 637-640.
- Mouhous A., Kadi S. A. et Brabez F. (2015).** Stratégies d'adaptation des éleveurs caprins en zone montagneuses de Tizi-Ouzou. *European Scientific Journal*. **11(2)** : 328- 344.
- Mouhous A., Kadi, S. A., Berchiche M., Djellal F., Huguenin J. et Alary V. (2016).** Performances de production et commercialisation de lait dans les exploitations caprines en zone montagneuse de Tizi-Ouzou (Algérie). *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars*. **115**: 469-473.
- NMC, 1990.** Microbiological Procedures for The Diagnosis of Udder Infection- 3rd Edition.
- Oget C. (2019).** Effet pléiotrope de la mutation R96C dans le gène SOCS2 chez la brebis laitière. *Sciences agricoles. Institut National Polytechnique de Toulouse- INPT*
- Pellerin J.L, Gautier M. et Le Loir Y. (2010).** Identification de l'Espèce au Sein du Genre, In *Staphylococcus aureus*. TEC et DOC, Paris. France.
- Perreau J.M. (2014).** Conduire Son Troupeau De Vaches Laitières. Editions France Agricole. Paris
- Poutrel B. (2002).** Actualités sur les méthodes de diagnostic des mammites. Journées nationales GTV INRA, Tours. 157-162.
- Poutrel B. (2008).** Prélever du lait pour recherche de *Staphylococcus aureus*. *Le Point Vétérinaire.*, **283** : 47-49
- Pradal M. (2012).** La Transformation Fromagère Caprine Fermière : Bien Fabriquer Pour Mieux Valoriser Ses Fromages De Chèvre. Editions Tec &Doc. Lavoisier. Paris.
- Pradal M. (2014).** Le Guide De L'éleveur De Chèvres : De La Maîtrise à L'optimisation Du Système De Production, Editions Tec & Doc. Lavoisier. Paris. 568p.
- Prescott L.M., Harley J.P. et Klein D.A. (2010).** Microbiologie. 2^{ème} Ed. De Boeck : Bruxelles.
- Quin P.J., Carter M.E., Markey B. et Carter G.R. (1994).** *Clinical Veterinary Microbiology*. Wolfe Publishing, London, UK., pp: 95-101.

- Rainard P. et Gilbert F. (2010).** Les mammites dues à *Staphylococcus aureus* ; In : *Staphylococcus aureus*. Gautier M. et Le Loir Y. Editions TEC & DOC, Lavoisier, Paris.
- Rainard P. et Riollot C. (2006).** Innate immunity of the bovine mammary gland. *Veterinary Research*. **37** : 369-400.
- Remy D. (2010).** Les Mammites. Hygiène, prévention, environnement. Guides France Agricole. 260p.
- Rinaldi M., Li R.W. et Capuco A.V. (2010).** Mastitis associated transcriptomic disruptions in cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. **138** : 267-279.
- Sadoud M. (2009).** Rôle du maillon abattage dans les circuits de commercialisation des viandes rouges en Algérie. In Rencontre Recherche Ruminants, 2009.
- Sahraoui H., Madani T. et Kermouche F. (2016).** Livestock farming in Algerian semi-arid forests: the case of Boutaleb forest. In Options Méditerranéennes: Ecosystem services and socio-economic benefits of Mediterranean grasslands, 139-142.
- Sahraoui H., Mamine F. et Madani T. (2019).** Chaines de valeur caprines en Algérie Propositions pour s'adapter aux mutations en vue d'un développement durable. In Options Méditerranéennes: Innovation for Sustainability in Sheep and Goats. Zaragoza: CIHEAM, Série A. Séminaires Méditerranéens. **123** : 287-291, 490 p.
- Saidi R., Cantekin Z., Khelef D., Ergun Y., Solmaz H. et Kaidi R. (2015).** Antibiotic susceptibility and molecular identification of antibiotic resistance genes of staphylococci isolated from bovine mastitis in Algeria. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. **21** : 513-520.
- Sanchez A., Contreras A., Jimenez J., Luengo C., Corrales J.C. et Fernandez C. (2003).** Effect of freezing goat milk on recovery of intramammary bacterial pathogens. *Veterinary Microbiology*. **94** :71-77.
- Saratsis P., Leontides L., Tzora A., Alexopoulos C. et Fthenakis G.C. (1998).** Incidence risk and etiology of mammary abnormalities in dry ewes in 10 flocks in Southern Greece. *Prev. Vet. Med.* **37**: 173-183.

Schwendel B.H., Wester T.J., Morel P.C.H., Tavendale M.H., Deadman C., Shadbolt N.M. et Otter D.E (2014). Organic and conventionally produced milk-An evaluation of factors influencing milk composition. *Journal of Dairy Science*. **98** :721-746.

Scruton D., Rood K., Junkins L. et Moyer B. (2009). Guide to crisis management of somatic cell counts in goats. Vermont Agency of Agriculture, Food and Markets. In: <http://www.uvm.edu/newfarmer/production/livestock/SCCgoats2010.pdf>.

Sevi A., Massa S., Annicchiarico G., Dell'aquila S. et Muscio A. (1999). Effect of stocking density on ewes' milk yield, udder health and microenvironment. *J. Dairy Res.* **66** (4): 489–499.

Sevi A., Taibi L., Albenzio M., Annicchiarico G. et Muscio A. (2001). Airspace effects on the yield and quality of ewe milk. *J. Dairy Sci.* **84** (12): 2632–2640.

Shyaka A. (2007). Diagnostic des mammites cliniques et subcliniques en élevage bovin laitier intensif (cas de la ferme de Wayembam). Thèse de Doctorat. Faculté de médecine, pharmacie et d'odonto-stomatologie de Dakar.

Vuillemard J.C. (2018). Science et Technologie Du Lait. 3^{ème} édition. Les Presses de l'Université Laval.

Watson D. J. et Buswell J. F. (1984). Modern aspects of sheep mastitis. *Br. Vet. J.* **140** (6): 529–534.

ANNEXE I : Fiche de renseignements au sein des fermes

FICHE DE RENSEIGNEMENTS DES ELEVAGES CAPRINS (Mammites caprines)

I- Informations générales

1-Lieu, le...../...../2024 Lot-souchier N° :

2-Exploitation :, Age :

3- Nombre de vétérinaires traitants :

4-Nombre de professionnels : Nombre de trayeurs :

5-Animaux élevés : Caprins Ovins Bovins
Oiseaux Canins Équins 6-Nombre de têtes caprines : N^{bre} d'enclos Cp :7-Mode d'élevage : Intensif Semi-extensif Extensif 8-Type de stabulation : Libre Entravée

9- Tableau :

Catégories	Chèvres	Chèvres en lactation	Boucs	Chevreaux
Nombre de têtes

10-Type d'élevage : Laitier Viandeux Mixte

II-Usage des antibiotiques et apparition des résistances

1-Acquisition d'intrants récents (<1an) : Non Oui Nombre :

Origine :

2-Nombre d'interventions vétérinaires par année :

3-Mammites cliniques récentes (<1an) : Non Oui

Nombre :

4-Les mammites cliniques sont-elles traitées : Oui Non 5-Mammites rebelles au traitement ATB : Non Oui Nombre :

- 6-Dépistage des mammites subcliniques : Oui Non
- 7-Le tarissement est-il : Progressif Brusque
- 8-Traitement ATB des mammites au tarissement : Oui Non
- 9-Les chevreaux sont-ils séparés de leurs mères : Oui Non
- 10-Destination du lait : Consommation familiale Industrie transformatrice

III-Caractéristiques des pratiques de la traite

- 1-Mode de traite : Manuel Mécanique
- 2-Les personnes responsables de la traite sont-elles: Les mêmes Différentes
- 3-Nettoyage systématique de la mamelle : Oui Non
- 4-Utilisation d'une lavette : Non Oui Individuelles
Collectives
- 5-Essuyage : Oui Non
- 6-Élimination des premiers jets : Oui Non Parfois
- 7-Égouttage régulier en fin de traite : Oui Non
- 8-Trempage des trayons après la traite : Oui Non
- 9-Traite à part des chèvres à mammites : Oui Non

ANNEXE II : Dépistage des mammites subcliniques

Test de CMT (Schalm test) : s'effectue avant la traite et implique le contrôle de tous les quartiers.
Les mamelles sales doivent être nettoyées.

Technique de réalisation du TEST de CMT : Californian Mastitis Test

Procédure	Interprétation des résultats	
<p>Traire pour chaque quartier quelques jets (sans écume !) de lait dans la palette du test ;</p> <p>Incliner la palette de manière à ne laisser que 2 à 3 mL de lait par récipient (niveau marqué) ;</p>		<p>Négatif (-) (pas de réaction) jusqu'à env. 250'000 cellules Le mélange lait-solution du test conserve la même fluidité.</p>
<p>Ajouter une quantité équivalente de solution test dans chaque récipient ;</p>		<p>Légèrement positif ou + < 1.5 millions de cellules / mL Formation de stries visibles uniquement lorsque la palette est en mouvement.</p>
<p>Mélanger par rotation horizontale pendant 30 secondes le lait et la solution test ;</p> <p>Évaluer la fluidité du mélange en inclinant la palette ;</p>		<p>Moyennement positif ou ++ < 5 millions de cellules / mL Formation nette d'une couche visqueuse. Possible de faire couler le mélange par portions.</p>
<p>Interpréter les résultats.</p>		<p>Fortement positif ou +++ > 5 millions de cellules / mL Formation d'une couche de gel restant collée. Plus possible de faire couler le mélange par portions.</p>

Vu la subjectivité de différenciation entre le degré de la lyse cellulaire, on prend en compte uniquement l'aspect qualitatif du test.

ANNEXE III : Lecture et interprétation des galeries biochimiques API Staph

Tableau I : Lecture des API Staph

Tests	Composants actifs	QTE (mg/cup.)	Réactions/enzymes	Résultats	
				Négatif	Positif
0	Aucun		Témoin négatif	Rouge	-
GLU	D-glucose	1,56	(Témoin positif) (D-GLUcose)	Rouge	Jaune
FRU	D-fructose	1,4	Acidification (D-FRUctose)		
MNE	D-mannose	1,4	Acidification (D-ManNosE)		
MAL	D-maltose	1,4	Acidification (MALtose)		
LAC	D-lactose	1,4	Acidification (LACTose)		
TRE	D-tréhalose	1,32	Acidification (D-TREhalose)		
MAN	D-mannitol	1,36	Acidification (D-MANnitol)		
XLT	Xylitol	1,4	Acidification (XyLiTol)		
MEL	D-mélibiose	1,32	Acidification (D-MELibiose)		
NIT	Nitrate de potassium	0,08	Réduction des NITrates en nitrites		
				Incolore-rose pâle	Rouge
PAL	β -naphtyl phosphate	0,0244	Phosphatase Alcaline	ZYM A +ZYM B / 10 min	
				Incolore-Beige-rosé, Violet très pâle	Violet
VP	Sodium pyruvate	1,904	Production d'acétyl méthyl-carbinol (Voges Proskauer)	VP1 +VP 2 / 10 min	
				Incolore-Rose pâle	Violet-rose
RAF	D-raffinose	1,56	Acidification (RAFFinose)	Rouge	Jaune
XYL	D-xylose	1,4	Acidification (XYLose)		
SAC	D-saccharose	1,32	Acidification (SACcharose)		
MDG	Méthyl- α D-glucopyranoside	1,28	Acidification (Méthyl- α D-Glucopyranoside)		
NAG	N-acétyl-glucosamine	1,28	Acidification (N-Acétyl-Glucosamine)		
ADH	L-arginine	1,904	Arginine DiHydrolase	Jaune	Orange-Rouge
URE	Urée	0,76	UREase	Jaune	Rouge-Violet

Tableau II : Principaux caractères permettant de différencier les espèces et sous-espèces du genre *Staphylococcus* (Pellerin *et al.*, 2010)

Caractère	<i>S. aureus</i>	<i>S. aureus</i> subsp <i>anaerobius</i>	<i>S. delphini</i>	<i>S. hyicus</i>	<i>S. intermedius</i>	<i>S. lugdunensis</i>	<i>S. lutrae</i>	<i>S. schleifri</i>
Taille de la colonie ±6mm	+	-	+	+	+	d	-	-
Pigmentation de la colonie	+	-	-	-	-	d	-	-
Croissance en anaérobie	+	(+)	(+)	+	(+)	+	+	+
Croissance en aérobie	+	()	+	+	+	+	+	+
Staphylocoagulase	+	+	+	d	+	-	+	-
Clumping factor	+	-	-	-	d	(+)	-	+
Thermonucléase	+	+	-	+	+	-	()	+
Hémolyse	+	+	+	-	d	(+)	+	(+)
Catalase	+	-	+	+	+	+	+	+
Oxydase modifiée	-	-	-	-	-	-	-	-
Phosphatase alcaline	+	+	+	+	+	-	+	+
Uréase	d	ND	+	d	+	d	+	-
Production d'acétoïne	+	-	-	-	-	+	-	+
Réduction du nitrate	+	-	+	+	+	+	+	+
Hydrolyse de l'esculine	-	-	ND	-	-	-	ND	-
Résistance à la novobiocine	-	-	-	-	-	-	-	-
Production d'acide à partir de :								
D-Mannitol	+	ND	(+)	-	(d)	-	d	-
D-Tréhalose	+	-	-	+	+	+	+	d
D-Xylose	-	-	-	-	-	-	+	-
Maltose	+	+	+	-	()	+	+	-
Saccharose	+	+	+	+	+	+	ND	-

+ : concerne 90% ou plus des souches ; - : 90% ou plus des souches sont négatives ; **d** : 11 à 89% des souches sont positives ; **ND** : non déterminé ; () : indique une réaction retardée.

ANNEXE IV : Limites acceptables des diamètres d'inhibition (mm) obtenus par diffusion sur gélose Mueller-Hinton

Tableau I : Zones d'inhibition des antibiotiques vis-à-vis des Staphylocoques

Antibiotique	Abréviation	Charge (µg)	S	R	I	Référence
Pénicilline	P	10	≥29	≤28	-	CLSI (2020)
Céfoxitine	FOX	30	≥22	≤21	-	CLSI (2020)
Erythromicine	E	15	≥23	≤13	14-22	CLSI (2020)
Tétracycline	TE	30	≥19	≤14	15-18	CLSI (2020)
Gentamicine	CN	10	≥15	≤12	13-14	CLSI (2020)
Ofloxacine	OF	5	≥18	≤14	15-17	CLSI (2020)
Chloramphenicol	C	30	≥18	≤12	13-17	CLSI (2020)
Trimethoprim-sulfaméthoxazole	SXT	25	≥16	≤10	11-15	CLSI (2020)
Clindamycine	CD	2	≥21	≤14	15-20	CLSI (2020)
Acide fusidique	FA	10	≥24	<24	-	CA-SFM (2022)
Kanamycine	K	30	≥18	<18	-	CA-SFM (2022)