



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DE SAAD DAHLEB - BLIDA 1 -
INSTITUT DES SCIENCES VÉTÉRINAIRES DE BLIDA

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

THEME

Dépistage des mammites sub-cliniques chez la chamelle (*Camelus dromedaris*)

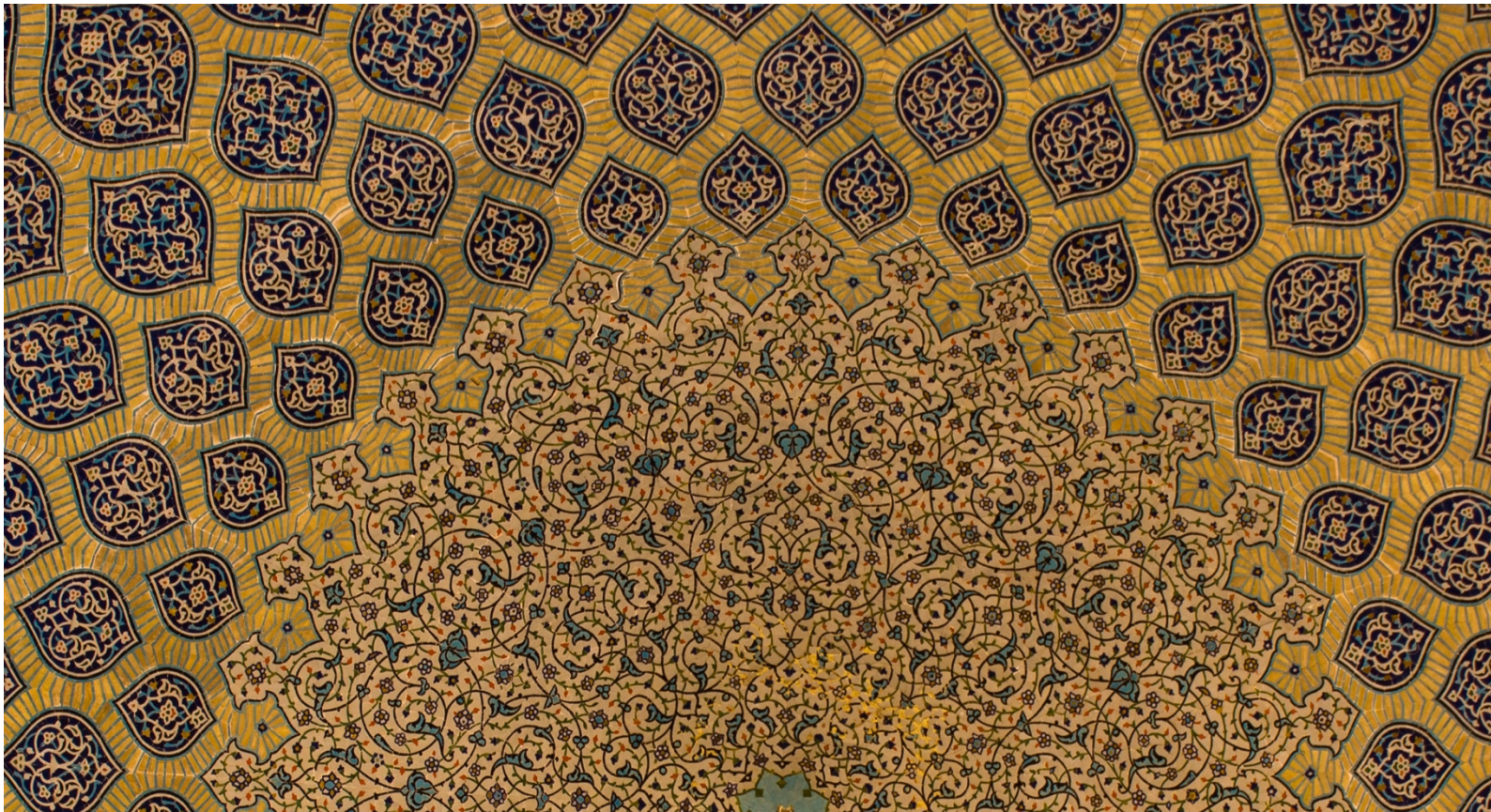
Soutenue publiquement le 02/07/2025

Jury :

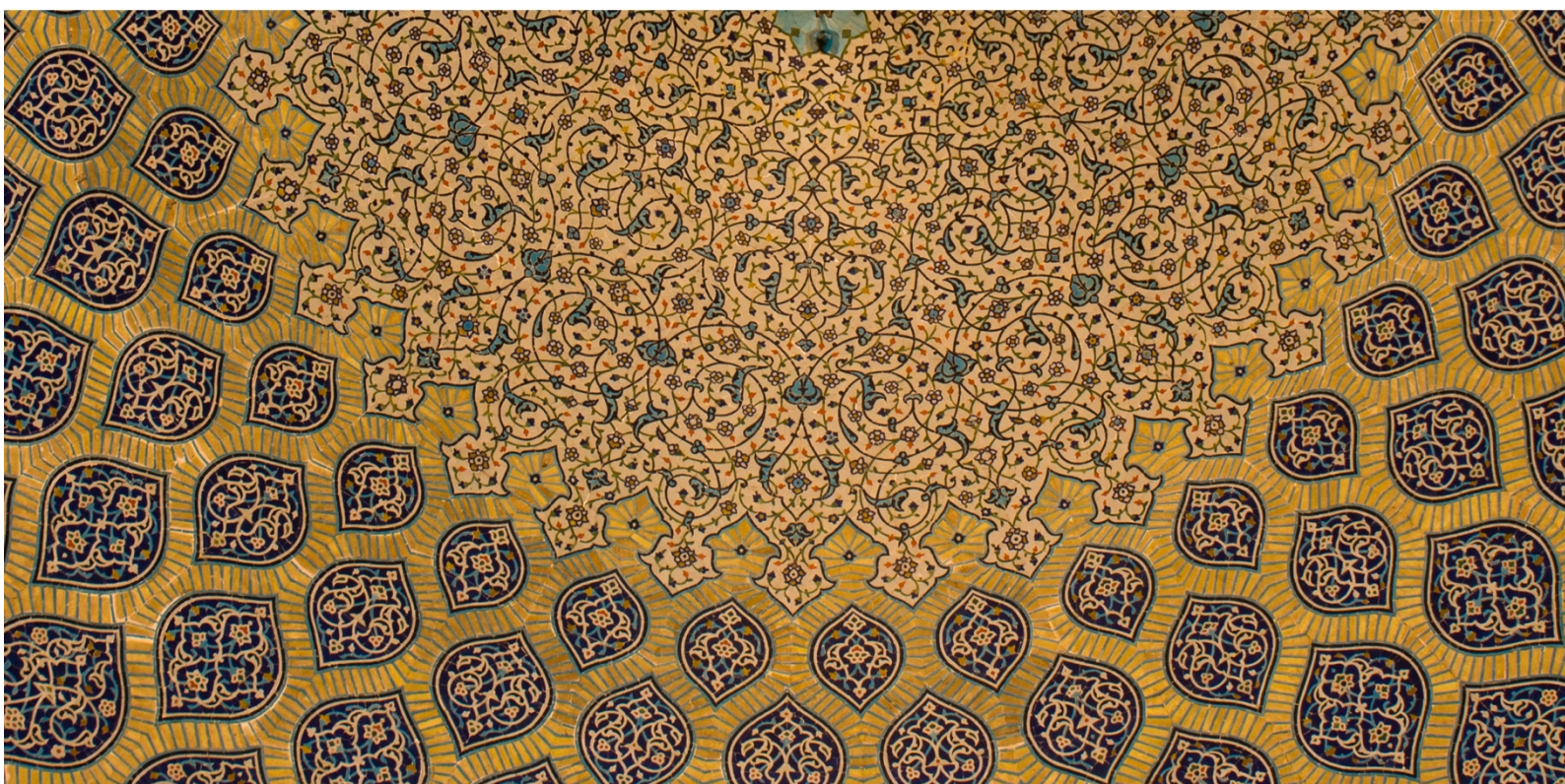
Président : Kebbal Seddik	MCA	USDB
Examineur : Tazerart Fatah	MCB	USDB
Promoteur : Kelanemer Rabah	MCA	USDB
Co-promoteur : Adel Djallel	MCA	USDB

Présenté par :
BENMOHAMED Brahim

ANNÉE UNIVERSITAIRE
2024 - 2025



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Dédicace

À mes chers parents,

Vous êtes la source de ma force, mes racines et mon refuge. Votre patience, vos sacrifices silencieux et votre amour sans limites ont façonné la personne que je suis devenue. C'est à vous que revient tout le mérite de cette réussite. Que Dieu vous accorde longue vie, santé et sérénité. Ce mémoire vous est humblement dédié, en signe d'amour et de reconnaissance éternelle.

À ma mère,

Ta tendresse, tes prières et ta foi en moi ont toujours été mon soutien le plus puissant. Tu es l'âme de chaque ligne de ce travail.

À mon père,

Ton regard exigeant mais bienveillant m'a toujours poussé vers l'excellence. Ce mémoire est aussi l'expression de ma gratitude pour ton exemple d'intégrité, d'effort et de dignité.

À mes frères et sœurs,

Merci pour votre présence discrète mais constante, pour vos encouragements dans les moments de doute, et pour les sourires qui ont allégé le poids des longues journées de recherche.

À mon encadrant,

Votre rigueur scientifique, votre disponibilité et vos conseils ont enrichi mon parcours. Merci de m'avoir guidé avec exigence et respect, tout en me laissant la liberté d'apprendre.

À mes enseignants,

Merci pour la transmission d'un savoir précieux et pour l'exemplarité de votre engagement. Vous avez planté en moi les graines du raisonnement scientifique et de la curiosité intellectuelle.

À mes camarades de promotion,

Merci pour les souvenirs partagés, les discussions enrichissantes et les défis surmontés ensemble. Vous avez contribué à faire de cette aventure universitaire une étape inoubliable.

À tous les élèves, vétérinaires de terrain et intervenants rencontrés,

Merci pour votre disponibilité, votre accueil et les données que vous avez bien voulu partager. Ce travail n'aurait pas été possible sans votre confiance.

Et enfin,

À tous ceux qui croient que le savoir est une forme de liberté,

Ce mémoire vous est également destiné. Puisse-t-il contribuer, à sa modeste échelle, à une meilleure valorisation du secteur camelin et au développement d'une médecine vétérinaire adaptée aux réalités du terrain.

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma plus profonde gratitude à toutes celles et ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce mémoire.

Avant tout, **je rends grâce à Dieu Tout-Puissant**, pour la santé, la force et la persévérance qu'Il m'a accordées durant ce parcours académique.

Mes remerciements les plus respectueux et les plus sincères vont à **mon promoteur, Monsieur Rabah Kelanemer**, enseignant-chercheur à l'Université de Blida 1, pour son encadrement attentif, sa rigueur scientifique, sa disponibilité constante et ses conseils précieux tout au long de cette recherche.

Je tiens également à remercier chaleureusement **mon co-promoteur, Monsieur Adel Djallel**, pour son accompagnement généreux, son suivi méthodique et ses suggestions pertinentes qui ont enrichi ce travail tant sur le fond que sur la forme.

Je souhaite adresser ma profonde reconnaissance à **Monsieur Kabbal Seddik**, président du jury, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant d'évaluer ce travail, ainsi qu'à **Monsieur Tazerart Fatah**, examinateur, pour l'intérêt porté à ce mémoire et ses remarques constructives.

Je n'oublie pas de saluer avec reconnaissance l'ensemble des **enseignants du Département des Sciences Vétérinaires de l'Université Saad Dahlab – Blida 1**, pour la qualité de la formation dispensée, leur professionnalisme et leur dévouement.

Je souhaite exprimer ma sincère gratitude à **tous les élèves ayant participé à l'étude**, et en particulier à **Monsieur Wael ElBey**, pour sa collaboration, son accueil chaleureux et sa précieuse disponibilité lors des enquêtes de terrain.

Mes remerciements vont aussi aux **vétérinaires praticiens et techniciens des régions de Djelfa et de Médéa**, pour leur soutien logistique, leurs connaissances du terrain et leur engagement dans la réussite de cette recherche.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à **ma famille**, pour son soutien moral inébranlable, ses prières constantes, et sa confiance en moi tout au long de ces années d'étude.

Je dédie également une mention spéciale à **mon meilleur ami Islam Zakaria Iekhlaf**, pour son amitié sincère, ses encouragements continus, sa présence motivante, ainsi que ses conseils fraternels. À son père, **Monsieur Hatem Iekhlaf**, ainsi qu'à toute leur famille et leurs enfants, je témoigne ma gratitude pour leur générosité, leur accueil et leur soutien chaleureux.

Enfin, je remercie **mes camarades et amis**, pour les moments d'échange, de solidarité et d'entraide qui ont rendu cette aventure universitaire plus humaine, enrichissante et inoubliable.

À toutes et à tous, je dis merci du fond du cœur.

BENMOHAMED Brahim

RESUME :

Les mammites sont des inflammations d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle des animaux laitiers. une étude sur la mammite subclinique chez la chamelle a été menée dans deux régions semi-arides d'Algérie (Djalfa et Medea sud) a révélé plusieurs résultats épidémiologiques clés et facteurs de risques d'influence Une prévalence globale de 22,5 % de la mammite subclinique a été enregistrée chez les chammes testées. Si l'on considère les quartiers mammaires individuels, soit 14 des 160 examinés (8,75 %) se sont révélés positifs pour la mammite subclinique. Plusieurs facteurs influencent l'apparition de ces pathologies tel que les facteurs anatomiques de la mamelle. L'âge ; la production laitière et la parité

La distribution des mammites subcliniques n'est pas uniforme entre les quartiers, avec une atteinte plus marquée des quartiers postérieurs .Les quartiers postérieurs ont montré une prévalence plus élevée Quartier postérieur gauche : 35,71 % (5 cas sur 14 positifs) Quartier postérieur droit : 28,57 % (4 cas sur 14 positifs) Les quartiers antérieurs avaient une prévalence plus faible :Quartier antérieur gauche : 21,43 % (3 cas sur 14 positifs) .Quartier antérieur droit : 14,29 % (2 cas sur 14 positifs) ;Cette répartition différenciée suggère l'implication de déterminants anatomiques, fonctionnels et environnementaux, rendant les quartiers postérieurs particulièrement vulnérables aux infections mammaires .Les canaux trayonnaires des quartiers postérieurs sont légèrement plus étroits, et leur vascularisation capillaire est moins développée par rapport aux quartiers antérieurs, Production lactée : Les quartiers postérieurs pour les infections mammaires.

Une prévalence plus élevée a été observée entre 2 et 4 mois de lactation (27,8 %) par rapport au premier mois. La prévalence des mammites subcliniques augmente avec l'âge, atteignant 30 % chez les chammes de 11 à 18 ans, comparativement à 14,3 % pour 4-7 ans et 15,4 % pour 8-10 ans. Les multipares (24,3 %) montrent une prévalence plus élevée que les primipares. et L'exposition directe des quartiers postérieurs aux contaminants organiques (matières fécales fraîches, sols souillés) lors du repos en position couchée expose la mamelle à l'infection,

En fin l'étude a fourni des informations précieuses sur la prévalence et les facteurs de risque des mammites subcliniques chez les chammes laitières en Algérie, soulignant l'importance d'une approche intégrée pour la gestion de la santé mammaire :

Mots clés Mammites subcliniques. Chamelle . Prévalence. Risques facteurs .Algérie

الملخص

التهاب الضرع هو التهاب في ربع واحد أو أكثر من ضرع الحيوانات الحلوب. كشفت دراسة حول التهاب الضرع تحت السريري في النوق أجريت في منطقتين شبه قاحلتين في الجزائر (الجلقة والمدينة الجنوبية) عن عدة نتائج وبائية رئيسية وعوامل خطر مؤثرة. تم تسجيل معدل انتشار إجمالي لالتهاب الضرع تحت السريري بنسبة 22.5٪ بين النوق التي تم اختبارها. إذا أخذنا في الاعتبار أرباع الضرع الفردية، فقد أظهر 14 من أصل 160 ربعاً تم فحصها (8.75٪) نتائج إيجابية لالتهاب الضرع تحت السريري

تؤثر عدة عوامل على ظهور هذه الأمراض مثل العوامل التشريحية للضرع، العمر، إنتاج الحليب وتعدد الولادات. توزيع حالات التهاب الضرع تحت السريري ليس موحداً بين الأرباع، مع إصابة أكثر وضوحاً في الأرباع الخلفية. أظهرت الأرباع الخلفية معدل انتشار أعلى: الربع الخلفي الأيسر 35.71٪ (5 حالات من أصل 14 إيجابية)، الربع الخلفي الأيمن 28.57٪ (4 حالات من أصل 14 إيجابية). بينما كانت الأرباع الأمامية أقل انتشاراً: الربع الأمامي الأيسر 21.43٪ (3 حالات من أصل 14 إيجابية)، الربع الأمامي الأيمن 14.29٪ (حالتان من أصل 14 إيجابية)

يشير هذا التوزيع المختلف إلى تدخل عوامل تشريحية ووظيفية وبيئية، مما يجعل الأرباع الخلفية أكثر عرضة للإصابة بالتهابات الضرع. قنوات الحلمات في الأرباع الخلفية أضيق قليلاً، وتوعيتها الدموية أقل تطوراً مقارنة بالأرباع الأمامية. إنتاج الحليب: الأرباع الخلفية أكثر عرضة لالتهابات الضرع

لوحظ معدل انتشار أعلى بين الشهرين الثاني والرابع من الرضاعة (27.8٪) مقارنة بالشهر الأول. يزداد انتشار التهاب الضرع تحت السريري مع تقدم العمر، حيث وصل إلى 30٪ لدى النوق التي تتراوح أعمارها بين 11 و18 عاماً، مقارنة بـ 14.3٪ للنوق بين 4-7 سنوات و 15.4٪ للنوق بين 8-10 سنوات. أظهرت النوق متعددة الولادات (24.3٪) معدل انتشار أعلى من النوق البكر. كما أن التعرض المباشر للأرباع الخلفية للملوثات العضوية (البراز، التربة الملوثة) أثناء الراحة في وضع الاستلقاء يعرض الضرع للعدوى

في النهاية، قدمت الدراسة معلومات قيمة عن انتشار وعوامل خطر التهاب الضرع تحت السريري في النوق الحلوب في الجزائر، مؤكدة على أهمية اتباع نهج متكامل لإدارة صحة الضرع

الكلمات المفتاحية: التهاب الضرع تحت السريري، النوق، الانتشار، عوامل الخطر، الجزائر

Abstract

Mastitis refers to inflammation affecting one or more quarters of the udder in dairy animals. A study on subclinical mastitis in dromedary camels was conducted in two semi-arid regions of Algeria (Djelfa and southern Médéa) and revealed several key epidemiological findings and influential risk factors. An overall prevalence of 22.5% for subclinical mastitis was recorded among the tested camels. At the level of individual udder quarters, 14 out of 160 examined (8.75%) were found positive.

Several factors influence the occurrence of this pathology, such as the anatomical structure of the udder, age, milk production, and parity. The distribution of subclinical mastitis was not uniform among quarters, with a higher incidence observed in the posterior quarters: left posterior quarter (35.71%, 5/14), right posterior quarter (28.57%, 4/14), compared to lower rates in the anterior quarters: left anterior (21.43%, 3/14) and right anterior (14.29%, 2/14). This uneven distribution suggests the involvement of anatomical, functional, and environmental determinants that make the posterior quarters more susceptible to infection.

The teat canals of the posterior quarters are slightly narrower and less vascularized compared to the anterior ones, which may explain their vulnerability. A higher prevalence (27.8%) was recorded between the second and fourth months of lactation compared to the first month. Subclinical mastitis prevalence also increased with age, reaching 30% in camels aged 11 to 18 years, compared to 14.3% in those aged 4–7 years and 15.4% in those aged 8–10 years. Multiparous camels (24.3%) showed higher prevalence than primiparous ones. Additionally, direct exposure of the posterior quarters to organic contaminants (fresh feces, soiled ground) while resting in a lying position further increases the risk of udder infection.

In conclusion, this study provides valuable data on the prevalence and risk factors of subclinical mastitis in lactating camels in Algeria, emphasizing the importance of an integrated approach to udder health management.

Keywords: Subclinical mastitis, Camel, Prevalence, Risk factors, Algeria.

Tables des Matières

Introduction Générale	1
CHAPITRE I : Aperçu sur le dromadaire	2
1. Présentation et taxonomie	2
1.1. Présentation	2
1.2. La taxonomie :	2
2. Répartition géographique et effectif dans le monde et en Algérie :	3
2.1. Le Monde :	3
2.1.1. Répartition géographique :	3
2.1.2. Effectif :	5
2.2. Algérie :	6
2.2.1. Répartition géographique :	6
2.2.2. Effectif :	7
Chapitre II: Présentation du lait de chamelle	8
II .1.Propriétés physico-chimiques du lait camelin	8
II .1.1.Propriétés physiques	8
II .1.1.1.pH	8
II .1.1.2. L'acidité	8
II .1.1.3. Densité	9
II .1.2. Composition chimique	10
II .1.2.1. Protéines	10
II .1.2.2. La matière grasse	11
II .1.2.3. Le lactose	12
II .1.2.4. L'extrait sec total	13
II .1.2.4. Les vitamines et minéraux	14
II .2-Propriétés thérapeutiques et usage médical	15
Chapitre III : Mammite subclinique chez la chamelle	16
III.1. Anatomie de la mamelle	16
III.2. Définition de mammite	17
III.3. Classification des mammites	17
III.3.1. Mammite subclinique :	17
III.3.2. Mammites cliniques :	17
III.4. Bactéries impliquées dans les mammites subcliniques	17
III.5. Facteurs de risque	18
5.6.1. Facteurs liés à l'animal	18
5.6.1.1. Âge	18
5.6.1.2. Parité	19
5.6.1.3. Stade de lactation	19
5.6.2. Facteurs liés à l'environnement et à la conduite d'élevage	20
5.6.2.2. L'hygiène	20
5.6.3.3. Infestation par les tiques	20
III.7. Outils de détection des mammites	21
III.7.1. Le pH du lait	21
III.7.2. Test de la Mammite de Californie (C.M.T.)	21
III.7.3. Comptage cellulaires somatiques individuels	22
III.7.4. Culture bactériologique	23
Chapitre IV : Matériels et méthodes	26
1. Problématique:	26
2.Objectifs de l'étude	27

3. Matériels et méthode :	27
3.1. Zone de l'étude	27
3.2. Population animale étudiée :	29
3.3. Collecte des données auprès des éleveurs	31
3.4. Protocole de prélèvement et de dépistage des mammites camélines	33
3.5. Analyses statistiques	37
Chapitre V : Résultats et discussion	38
1. Analyse du test CMT	38
2. Corrélation entre mammites et facteurs de risque	46
2.1. Stade de lactation	46
2.2. Âge des chèvres	47
2.3. Parité	49
Chapitre VI – Conclusion Générale et Perspectives	50
Conclusion Générale	50
Perspectives	51
Références Bibliographiques	52

Liste des Figures et Liste des Tableaux

Liste des Figures

Figure 1: La taxonomie du dromadaire <i>Camelus dromadarius</i>	11
Figure 2 : Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde	4
Figure 3: Pourcentage du cheptel camelin dans l'unité de bétail tropical (TLU) totale dans les pays élevant des camélidés en 2018.	5
Figure 4: Répartition des populations de dromadaires en Algérie	6
Figure 5: Evolution des Effectifs Camelins [1999-2021].	7
Figure 6: Effet antidiabétique du lait de chamelle et son mécanisme d'action	11
Figure 7: Effets bénéfiques du lait de chamelle probiotique et de ses dérivés	15
Figure 8: Représentation schématique d'une demi-mamelle chez les femelles dromadaires	16
Figure 9: : Glande mammaire	16
Figure 10: California Mastitis Test	22
Figure 11: carte géographique montre la zone d'étude (Djelfa)	29
Figure 12: carte géographique montre la zone d'étude (Médéa)	29
Figure 13: Pratique traditionnelle de pâturage communautaire rassemblant chameilles laitières.	30
Figure 14: Pratique de supplémentation alimentaire par apport de luzerne chez des chameilles laitières	31
Figure 15 : Chameilles Sahraouies identifiées individuellement dans le cadre de l'étude	32
Figure 16: Détermination de l'âge par observation dentaire	33
Figure 17: Protocole de prélèvement pour CMT	35
Figure 18: Technique de test CMT.	36
Figure 19: Prévalence des mammites subcliniques détectées par CMT	38
Figure 20: La configuration particulière des trayons chez la chamelle	41
Figure 21 Exposition directe des quartiers postérieurs aux contaminants organiques lors du repos en position couchée.	42
Figure 22 Conséquences de la miction en position couchée sur l'hygiène mammaire chez la chamelle.	43
Figure 23 : Altération de l'hygiène des membres postérieurs chez la chamelle	44
Figure 24. Mise en place du chmel.	45
Figure 25 : Modifications liées à l'âge dans la prévalence des mammites subcliniques.	48

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Situation d'effectif camelin mondial (têtes)	5
Tableau 2 : Caractéristiques physiques globales (%) du lait camelin	9
Tableau 3 : Composition chimique globale (%) du lait camelin	14
Tableau 4 : Interprétation des résultats du test CMT	22
Tableau 5 : Interprétation du California Mastitis Test (CMT)	34
Tableau 6 : Prévalence des mammites subcliniques par quartiers chez les chèvres selon les résultats du CMT.....	38
Tableau 7 : Prévalence des mammites subcliniques par quartier atteint.	40
Tableau 8 : Corrélation entre la survenue de mammites subcliniques et le stade de lactation chez les chèvres laitières	46
Tableau 9 : Corrélation entre la survenue de mammites subcliniques et les groupes d'âge chez les chèvres laitières.....	47

PARTIES BIBLIOGRAPHIES

Introduction Générale

L'élevage camelin occupe une place stratégique dans les zones arides et semi-arides, non seulement pour sa capacité d'adaptation aux conditions climatiques extrêmes, mais également pour les multiples produits qu'il fournit, en particulier le lait. En Algérie, le développement du secteur camelin suscite un intérêt croissant, notamment en tant qu'alternative durable aux autres formes d'élevage, plus sensibles aux contraintes climatiques et alimentaires. Le lait de chamelle, reconnu pour ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques, constitue une source précieuse de revenus et de sécurité alimentaire pour de nombreuses populations nomades et semi-nomades.

Cependant, la rentabilité et la qualité de la production laitière caméline sont fortement compromises par les affections mammaires, en particulier les mammites. Bien que la mammite clinique soit généralement plus facile à identifier et à traiter, la mammite subclinique demeure un véritable défi sanitaire. Elle est asymptomatique, difficile à détecter sans outils spécifiques, et peut affecter de manière significative la composition du lait, les performances de lactation et la santé générale de l'animal. Sa nature silencieuse en fait une pathologie sous-estimée, mais aux conséquences économiques et sanitaires majeures.

Chez la chamelle, l'étude de la mammite subclinique est encore peu développée, notamment dans le contexte algérien. Les spécificités anatomiques de la mamelle caméline, la diversité des systèmes d'élevage, le faible recours aux pratiques de traite hygiéniques et l'absence de dépistage systématique contribuent à la persistance de cette affection. De plus, les facteurs de risque liés à l'âge, la parité, le stade de lactation, ainsi qu'aux conditions d'hygiène et d'environnement, restent encore peu documentés sur le plan local.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude, qui vise à évaluer la prévalence des mammites subcliniques chez la chamelle dans deux zones agro-pastorales d'Algérie (Djelfa et Médéa), en analysant les principaux facteurs de risque et en apportant des éléments de réflexion pour l'amélioration des pratiques sanitaires en élevage camelin. Pour ce faire, une enquête épidémiologique a été menée sur le terrain, reposant notamment sur l'utilisation du California Mastitis Test (CMT) comme outil de dépistage simple, mais efficace.

CHAPITRE I : Aperçu sur le dromadaire

1. Présentation et taxonomie

1.1. Présentation

Le dromadaire possède une seule bosse, contrairement au chameau de Bactriane (*Camelus bactrianus*), qui en a deux. Il est adapté aux environnements arides grâce à sa capacité à résister à la déshydratation et à supporter des températures extrêmes. Sa bosse stocke des réserves de graisse, qui peuvent être converties en eau et en énergie en cas de besoin (Gauthier-Pilters et al., 1981).

Le dromadaire est utilisé pour le transport, la production de lait, de viande et de laine. Le lait de chamelle est riche en nutriments et est de plus en plus étudié pour ses bienfaits sur la santé (Faye et al., 2015). La durée de vie moyenne d'un dromadaire est d'environ 40 ans, La gestation dure entre 12 et 14 mois, et la femelle donne généralement naissance à un seul petit (Wilson et al., 1984).

1.2. La taxonomie :

Le dromadaire (*Camelus dromedarius*) est un mammifère appartenant à l'embranchement des vertébrés, à la classe des mammifères, et plus précisément à l'ordre des Artiodactyles (ongulés à nombre pair de doigts). Il fait partie de la famille des camélidés, qui comprend deux genres principaux : *Camelus* et *Lama*.

Genre *Camelus* : Ce genre regroupe les espèces adaptées aux régions désertiques de l'Ancien Monde, c'est-à-dire l'Afrique, l'Asie et l'Europe. Il inclut deux espèces principales : Le dromadaire (*Camelus dromedarius*), qui possède une seule bosse et est principalement présent en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Le chameau de Bactriane (*Camelus bactrianus*), qui possède deux bosses et est originaire des régions désertiques d'Asie centrale.

Genre *Lama* : Ce genre est spécifique aux déserts d'altitude du Nouveau Monde, c'est-à-dire l'Amérique. Il comprend quatre espèces distinctes : Le lama (*Lama glama*), domestiqué et utilisé comme animal de bât. L'alpaga (*Vicugna pacos*), élevé pour sa laine. La vigogne (*Vicugna vicugna*), vivant à l'état sauvage dans les Andes. Le guanaco (*Lama guanicoe*),

également sauvage et présent dans les régions arides d'Amérique du Sud. (Wilson & Reeder et al., 2005)



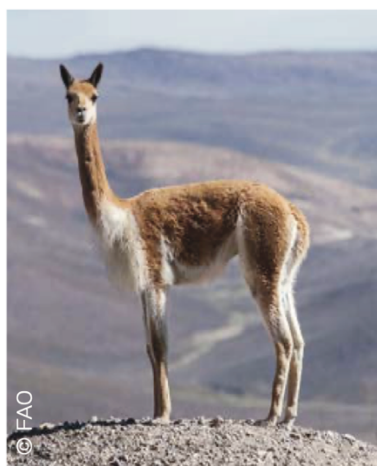
Bactrian camel



Dromedary camel



Llama



Vicuña



Alpaca



Guanaco

Figure 1: La taxonomie du dromadaire *Camelus dromadarius* (FAO,2024)

2. Répartition géographique et effectif dans le monde et en Algérie :

2.1. Le Monde :

2.1.1. Répartition géographique :

Il existe officiellement 46 entités nationales dans le monde déclarant un cheptel camelin. Parmi elles, 20 pays sont en Afrique, 25 en Asie et un en Europe (Ukraine). En ce qui concerne la répartition géographique des deux espèces concernées, seuls les dromadaires se trouvent dans les pays africains, ainsi que dans les pays du Proche et Moyen-Orient et de l'Asie

du Sud, tandis que seuls les chameaux de Bactriane habitent l'Asie centrale. Cependant, les deux espèces coexistent dans seulement quelques pays, principalement au Kazakhstan (**Figure 02**).

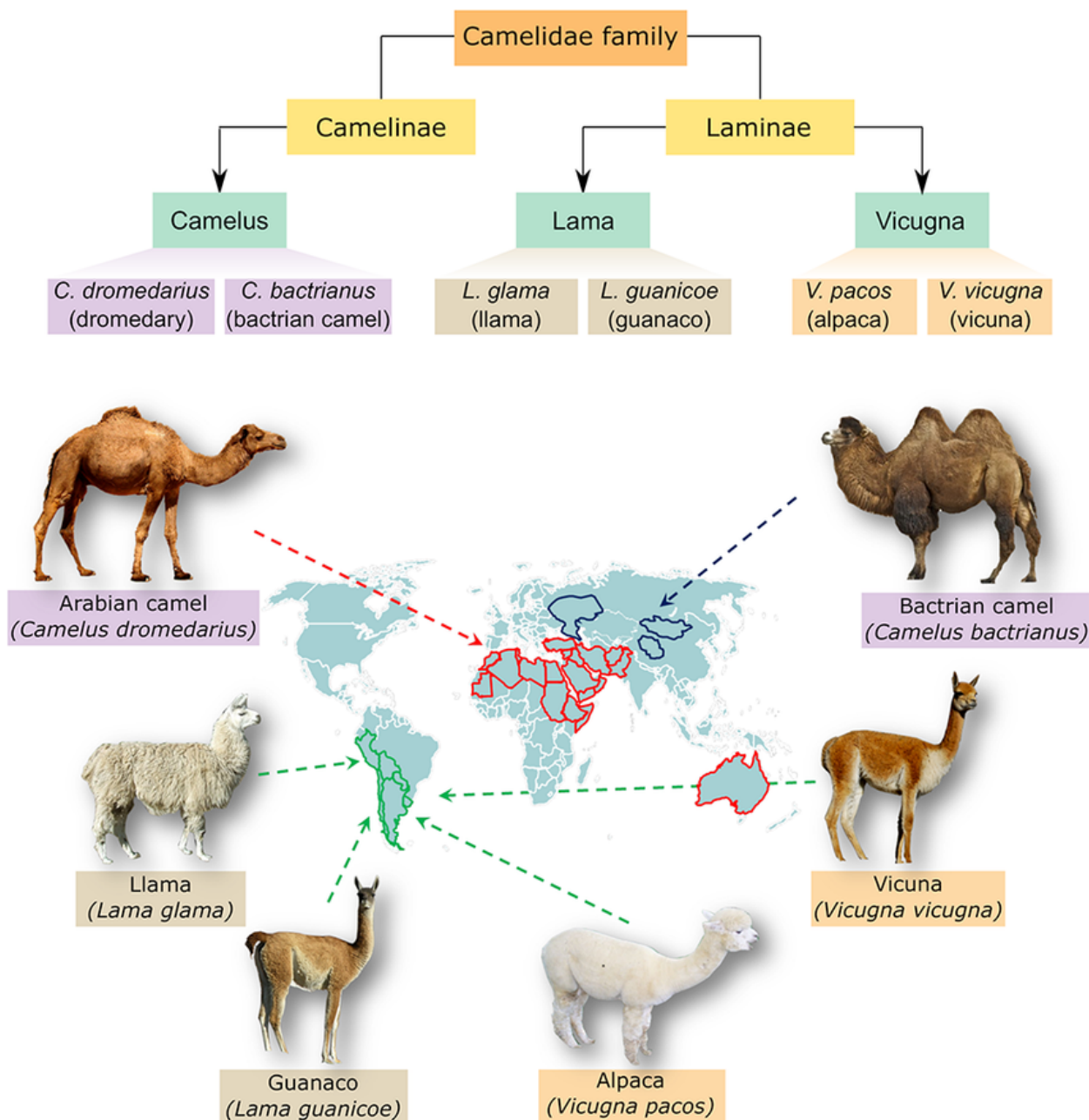


Figure 2 : Carte de distribution géographique du dromadaire dans le monde (Kebir et al., 2024).

2.1.2. Effectif :

En 1961, ces entités nationales ne concernaient que 38 pays, car l'Union soviétique incluait tous les États d'Asie centrale et l'Éthiopie incluait l'Érythrée. De plus, la Namibie est apparue comme un nouveau pays élevant des camélidés seulement depuis les années 2000. (Faye, 2020) .

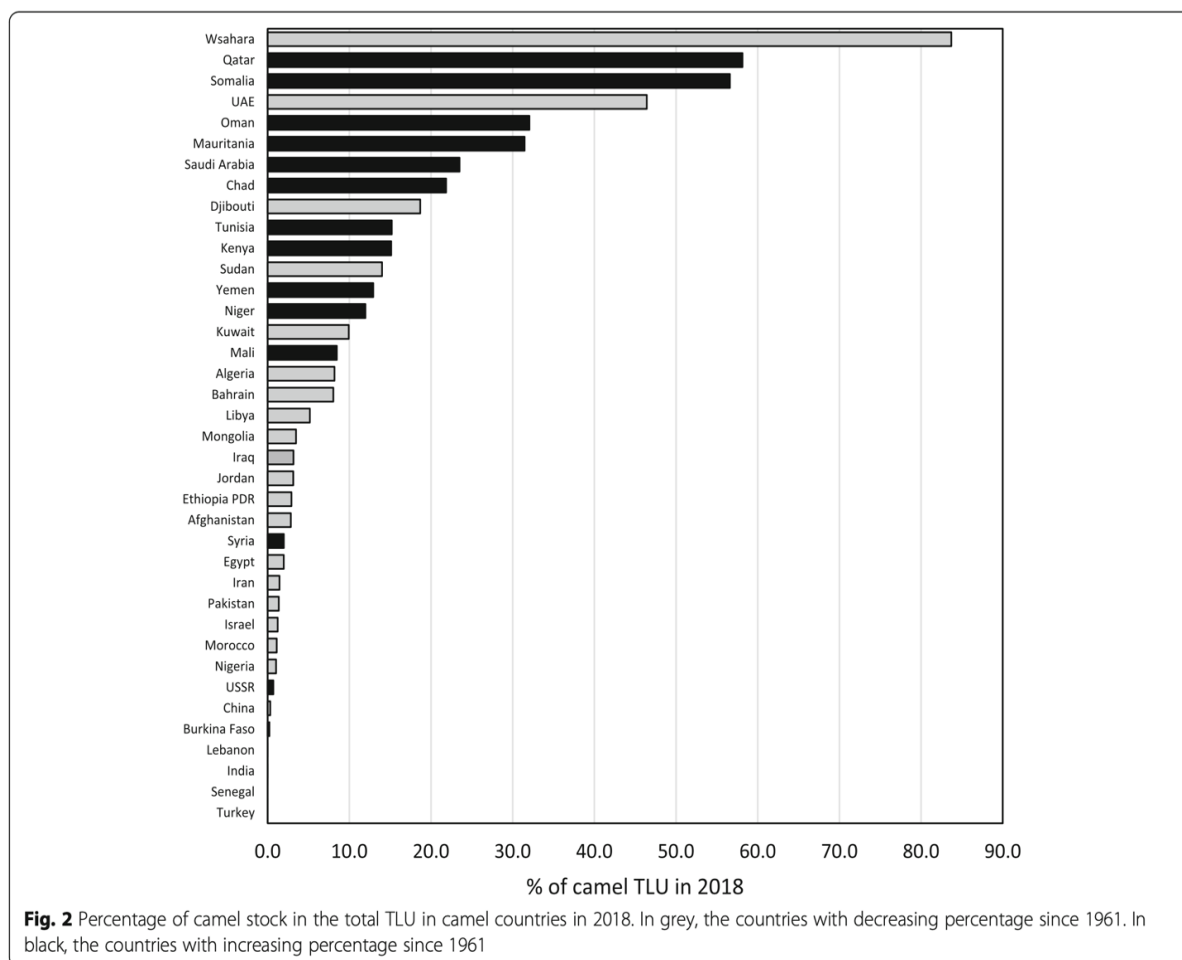


Figure 3: Pourcentage du cheptel camelin dans l'unité de bétail tropical (TLU) totale dans les pays élevant des camélidés en 2018. En gris, les pays avec un pourcentage en baisse depuis 1961. En noir, les pays avec un pourcentage en hausse depuis 1961 (Faye, 2020).

Tableau 1: Situation d'effectif camelin mondial (têtes) (FAO, 2021)

La zone	Effectifs	%
Afrique de l'Ouest	4 997 422	12,72%
Afrique de l'Est	14 018 423	35,67%
Afrique Centrale	9 401 892	23,93%
Afrique du Nord	5 852 123	14,89%
Afrique de la Sud	94	0,0002%
Afrique	34 269 954	87,21%
Asie centrale	405 300	01,03%

Asia de l'Ouest	915 738	02,33%
Asia de l'Est	2 046 070	5,21%
Asie du Sud	1 652 153	04,20%
Asie	5 019 261	12,77%
Europe de l'Est	6537	0.02 %
Europe	6537	0.02 %
Monde	39 295 752	100%

2.2. Algérie :

2.2.1. Répartition géographique :

Avec une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie est le plus grand pays d'Afrique. Elle se distingue par une riche diversité de conditions pédoclimatiques et de ressources génétiques, tant végétales qu'animales. Le pays compte une grande variété d'animaux de production, allant des poules aux dromadaires, en passant par les caprins, les bovins et les ovins (Moula, 2018).

Le dromadaire est présent dans 17 wilayas (8 sahariennes et 9 steppiques), réparti en trois zones principales : le Sahara central (56 % du cheptel national), le Sahara septentrional (37 %) et la steppe (7 %). Les principales races en Algérie incluent le Chaambi, l'Ouled Sidi Cheikh, l'Ait Khebbach, le Chameau de la steppe, le Saharaoui, le Targui, l'Ajjer, le Reguibi et le Ftouh (Moula, 2022).

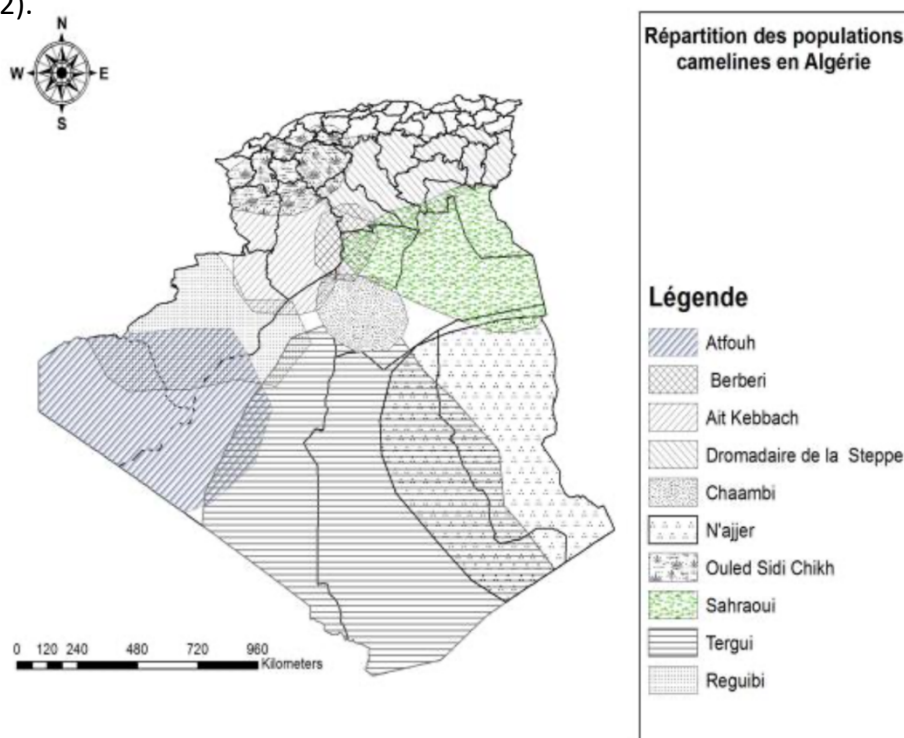


Figure 4: Répartition des populations de dromadaires en Algérie (Harek et al., 2017).

2.2.2. Effectif :

Au début des années 2000, l'élevage camelin a connu un essor significatif, avec des effectifs passant de 220 000 têtes en 1999 à 448 546 en 2021, doublant ainsi en deux décennies (**Figure 05**). Cette progression s'explique par plusieurs facteurs : la sédentarisation des éleveurs autour des centres urbains, la prime à la naissance instaurée en 2000 par le Fonds National de Régulation et du Développement Agricole, et la demande croissante en lait de chamelle, qui ont relancé l'intérêt pour cet élevage. (**Senoussi et al., 2023**).

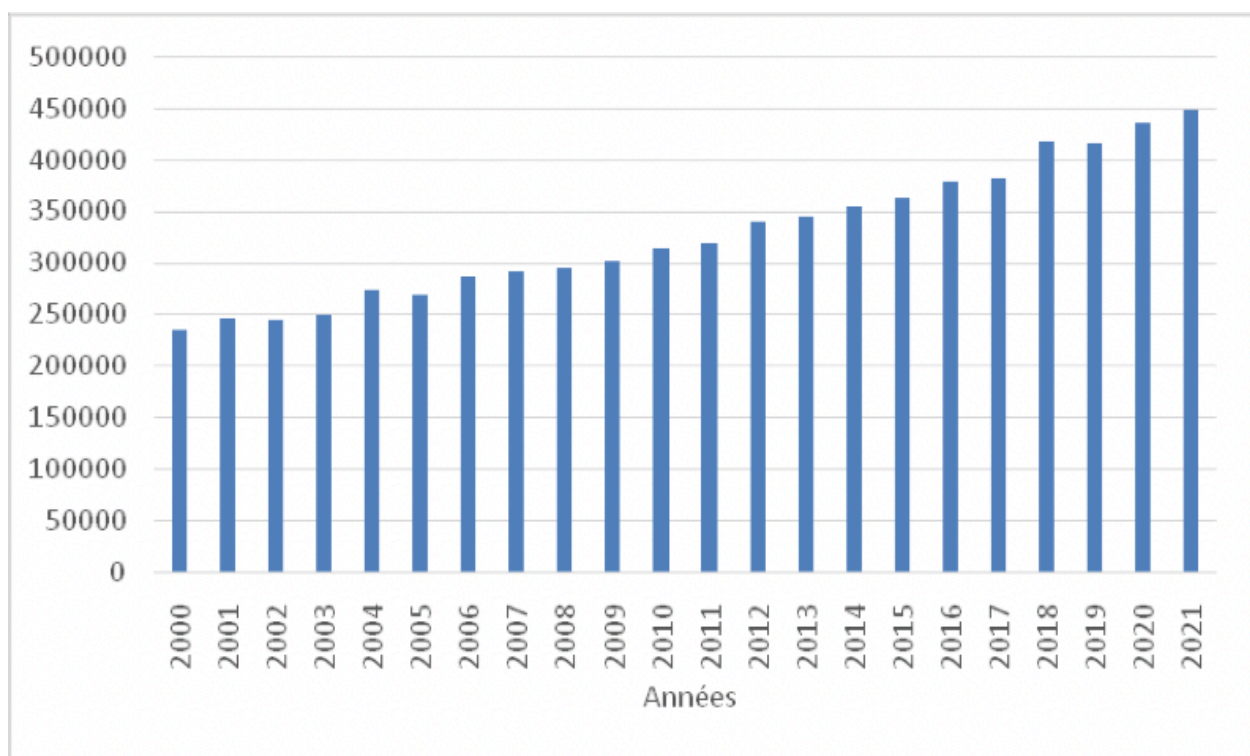


Figure 5: Evolution des Effectifs Camelins [1999-2021]. (**FAO Stat,2021**)

Chapitre II: Présentation du lait de chamelle

II .1.Propriétés physico-chimiques du lait camelin

II .1.1.Propriétés physiques

II .1.1.1.pH

Le pH du lait de chamelle, paramètre essentiel de sa stabilité physico-chimique, est généralement compris entre 6,4 et 6,8 selon différents auteurs (voir **Tableau 02**), bien qu'il soit sujet à des variations influencées par des facteurs saisonniers, géographiques et zootechniques. Sur le plan saisonnier, Les études montrent que le pH tend à être plus bas en hiver, augmente progressivement jusqu'en été, puis diminue légèrement en automne, reflétant l'impact des variations climatiques et de l'alimentation disponible selon les saisons (Kraimia et al., 2024). La dimension géographique contribue également à ces fluctuations, les conditions environnementales locales influençant directement la composition du lait (Karaman et al., 2021 ; El-Aziz et al., 2021). Parmi les facteurs clés, l'alimentation joue un rôle majeur, notamment les régimes riches en sel qui tendent à élever le pH, tandis que la teneur en vitamine C exerce un effet régulateur sur l'acidité (Khaliq et al., 2024). Le stress hydrique, fréquent dans les zones arides d'élevage camelin, affecte également le métabolisme lacté et donc le pH. D'autres paramètres zootechniques, tels que les méthodes de traite, les conditions d'élevage et, surtout, le stade de lactation — période pendant laquelle la composition du lait évolue naturellement — influencent aussi significativement cette caractéristique physico-chimique (Arian et al., 2023 ; El-Aziz et al., 2021). Ainsi, bien que relativement constant dans son intervalle général, le pH du lait camelin reflète une dynamique complexe façonnée par des interactions multiples entre biologie animale, environnement et gestion zootechnique.

II .1.1.2. L'acidité

L'acidité du lait de chamelle, dont les valeurs moyennes oscillent entre 0,12 et 0,22 % (voir **Tableau 02**), est principalement déterminée par la présence d'acide lactique issu de l'activité microbienne naturelle. Ce paramètre physico-chimique joue un rôle fondamental dans la qualité organoleptique et la transformation technologique du lait, influençant directement sa stabilité microbiologique, sa durée de conservation et son aptitude à la fermentation (Arian et al., 2023). Bien que légèrement variable selon les conditions de production, l'acidité du lait de chamelle est globalement comparable à celle du lait de vache, avec une teneur moyenne

d'environ 0,15 %, ce qui permet une transformation similaire dans certains procédés laitiers (El-Aziz et al., 2021). Cet équilibre acide joue également un rôle subtil dans la modulation du goût, tout en préservant les qualités nutritionnelles du lait de chamelle.

II .1.1.3. Densité

e lait de chamelle présente une densité variant généralement entre 1,026 et 1,037 (g/mL) (voir **Tableau 02**), une plage légèrement différente de celle du lait bovin, ce qui influence ses propriétés technologiques et sensorielles. Cette densité, supérieure à celle de l'eau ($\sim 1,00 \text{ g/cm}^3$), s'explique par sa composition spécifique en matières grasses, protéines et lactose, bien que ces teneurs soient généralement inférieures à celles du lait bovin (Seifu, 2023 ; Karaman et al., 2021). Des variations saisonnières sont observées, avec une densité pouvant diminuer jusqu'à $\sim 1,020$ en hiver (Choudhary et al., 2024 ; Kraimia et al., 2024). La stabilité de ce paramètre est cruciale pour le contrôle qualité et la transformation laitière, garantissant un produit aux caractéristiques nutritionnelles constantes (El-Aziz et al., 2021). Ces variations reflètent l'influence de facteurs tels que l'alimentation, le stade de lactation et les conditions environnementales.

Tableau 2 : Caractéristiques physiques globales (%) du lait camelin (selon différents auteurs) de 2020-2025.

Auteurs et année	pH	Acidité spécifique(°D)	Densité spécifique (g/mL)	Pays
(Karaman et al., 2021)	6.37 ± 0.05	19 ± 2	1.03 ± 0.0	Turquie
(El-Aziz et al., 2021)	6.5 – 6.75	14 –15	1.026 – 1.035	Egypt
(Alhaj et al., 2022)	6.5 – 6.75	13.0 – 20.5	1.027 – 1.034	Groupe de pays
(Arian et al., 2023)	6.2 – 6.5	13 – 14	-	Groupe de pays
(Kraimia et al., 2024)	6.28 – 6.88	33.02 – 55.9	1.020 – 1.110	Algérie
(Khaliq et al., 2024)	6.1 – 6.7	-	1,028 –1,037	Groupe de pays
(Choudhary et al., 2024)	6.52 ± 0.006	-	$1.025 \pm .001$	Inde
(Seyiti et al., 2024)	6,35 – 6,79	13 – 18	1,027 – 1,032	China
(Alhassani et al., 2024)	6,5 – 6,75	14 –15	1.026 – 1.035	-

II .1.2. Composition chimique

II .1.2.1. Protéines

La teneur totale en protéines du lait de chamelle varie de 1,86 % et 4,93 % (voir **Tableau 03**) selon des facteurs tels que la race, l'alimentation, l'environnement et le stade de lactation (Elrofaei et al., 2023 ; Osman et al., 2024). La fraction protéique est composée majoritairement de caséines (61,8 % à 88,5 %) et de protéines de lactosérum (20 % à 35 %), avec une composition qualitative distincte de celle du lait bovin. Le lait de chamelle se caractérise notamment par l'absence de β -lactoglobuline — une protéine allergénique majeure présente dans le lait de vache — ce qui en fait une alternative hypoallergénique particulièrement adaptée aux enfants allergiques au lait bovin et aux personnes immunodéprimées (El-Aziz et al., 2021 ; Arian et al., 2023).

Parmi les protéines du lactosérum, l' α -lactalbumine domine et joue un rôle crucial dans la digestibilité et les propriétés antioxydantes du lait. Les caséines du lait de chamelle présentent également des caractéristiques spécifiques : la β -caséine représente environ 65 %, tandis que l' α s1-caséine et la κ -caséine constituent respectivement 22 % et 3,47 %, un profil favorisant une meilleure digestion par la chymotrypsine (Choudhary et al., 2024). De plus, les poids moléculaires des caséines du lait de chamelle (β -caséine : 28,6 kDa ; κ -caséine : 35 kDa) sont supérieurs à ceux observés dans le lait bovin, ce qui influence positivement leur stabilité et leurs interactions bioactives (Khosravi-Darani et al., 2023).

Les protéines du lait de chamelle peuvent être hydrolysées pour libérer des peptides bioactifs présentant des propriétés thérapeutiques multiples : antidiabétiques, antioxydantes, antibactériennes, anticholestérol et immunomodulatrices (voir **Figure 06**) Cette fonctionnalité dépasse largement la simple valeur nutritionnelle, soulignant le rôle potentiel du lait de chamelle dans la prévention ou le soutien de maladies chroniques telles que le diabète (voir **Figure 06**) l'arthrite, l'anémie, la jaunisse, certains cancers, et même les troubles du spectre autistique (Ahmed et al., 2022 ; Choudhary et al., 2024) .

Par ailleurs, les protéines du lait de chamelle affichent une bonne stabilité thermique, ce qui les rend compatibles avec des procédés de transformation tels que la pasteurisation. Toutefois, des défis technologiques subsistent avec les traitements à ultra-haute température (UHT), qui peuvent induire une sédimentation des protéines, nécessitant l'ajout d'agents stabilisants pour maintenir la qualité du produit final (Khosravi-Darani et al., 2023). Ainsi, la composition protéique unique du lait de chamelle, tant sur le plan qualitatif que fonctionnel, justifie son intérêt croissant en nutrition humaine, en particulier dans les contextes pédiatriques et thérapeutiques.

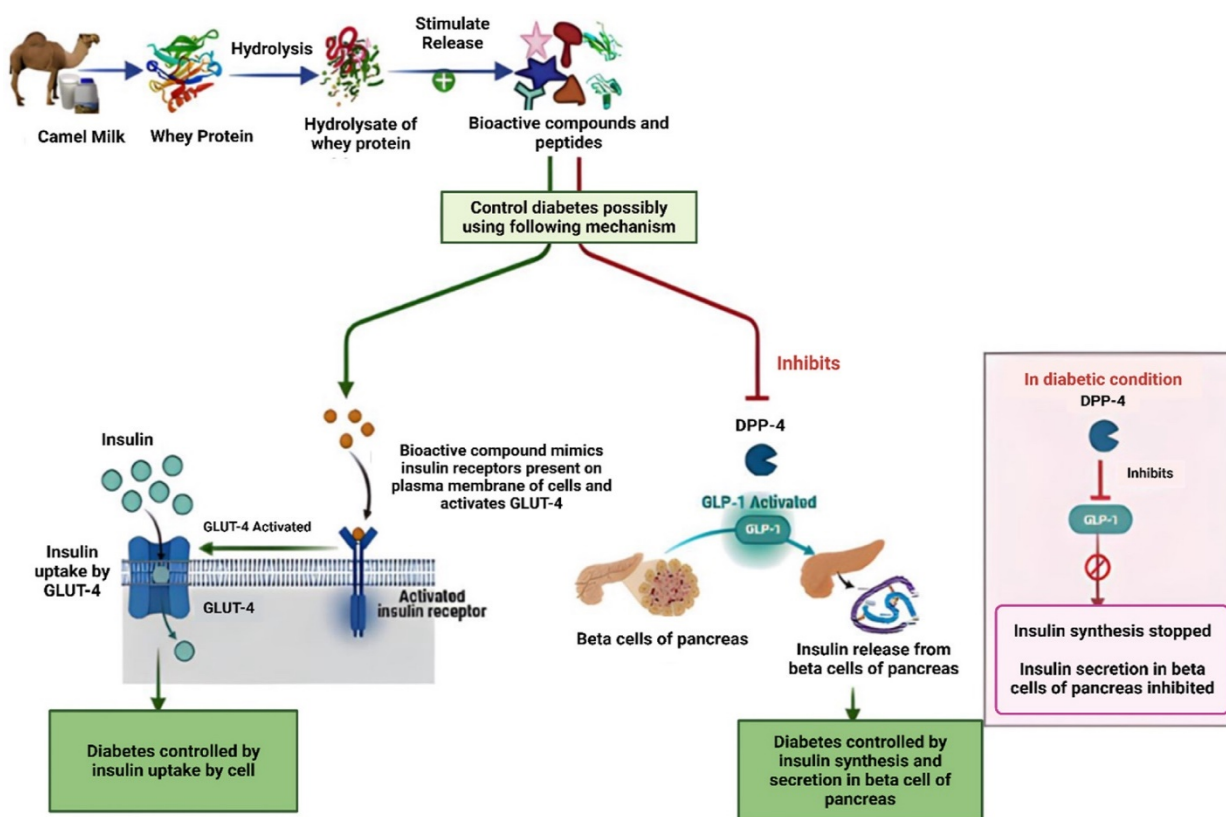


Figure 6: Effet antidiabétique du lait de chamelle et son mécanisme d'action (Khaliq et al., 2024).

II .1.2.2. La matière grasse

La matière grasse du lait de chamelle présente des caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles distinctes, qui lui confèrent un intérêt particulier dans le contexte de la nutrition humaine et de la recherche biomédicale. La teneur en matières grasses du lait de chamelle varie généralement entre 1,8 % et 4,3 % (**tableau 03**), selon divers facteurs géographiques, physiologiques et environnementaux, tels que la région d'élevage, la race, l'alimentation et l'état hydrique de l'animal. Cette variabilité traduit l'adaptabilité du dromadaire à des conditions de

vie extrêmes et influence directement la qualité nutritionnelle du lait produit (El-Aziz et al., 2021 ; Elrofaei et al., 2023). Des variations saisonnières ont également été rapportées, avec des teneurs comprises entre 2,3 % et 3,5 % en été, et allant jusqu'à 5,0 % en hiver, traduisant une adaptation physiologique aux besoins nutritionnels accrus pendant la saison froide (Elrofaei et al., 2023).

Sur le plan qualitatif, la matière grasse du lait de chamelle présente un profil lipidique distinctif par rapport aux autres laits animaux. Elle contient une proportion plus faible d'acides gras à chaîne courte (AGCC) et une prédominance d'acides gras à chaîne longue (LCFA), notamment l'acide palmitique (C16:0), l'acide oléique (C18:1), l'acide myristique (C14:0), l'acide palmitoléique (C16:1) et l'acide stéarique (C18:0) (Osman et al., 2024). Cette composition se traduit par un indice athérogène relativement faible (IA = 2,12), suggérant un potentiel cardioprotecteur accru par rapport à d'autres sources laitières (Osman et al., 2024). Le lait de chamelle présente une teneur en cholestérol plus élevée (34,5 mg/100 g) que celle du lait de vache (25,63 mg/100 g), un paramètre à considérer dans les régimes nécessitant un contrôle de l'apport lipidique (Arian et al., 2023).

Sur le plan microstructural, les globules graisseux du lait de chamelle, d'un diamètre moyen d'environ 2,99 µm, sont significativement plus petits que ceux du lait de vache ou de buffle, ce qui pourrait favoriser leur digestibilité (Osman et al., 2024).

Cette architecture lipidique, associée à une capacité à transporter efficacement les vitamines liposolubles (A, D, E et K), confère au lait de chamelle une valeur nutritionnelle notable. Malgré une teneur en cholestérol légèrement plus élevée, le lait de chamelle se positionne comme une alternative nutritionnelle intéressante, en particulier dans les régions où il constitue un aliment de base. Son équilibre lipidique et ses effets potentiels sur la modulation du cholestérol et la santé cardiovasculaire renforcent son intérêt dans la prévention des maladies métaboliques et cardiovasculaires (Kraimia et al., 2024 ; Arian et al., 2023).

II .1.2.3. Le lactose

Les teneurs moyennes en lactose dans le lait de chamelle se situent entre 3,3 à 5,32 % (**tableau 03**), généralement légèrement inférieure à celle du lait de vache, varie en fonction de plusieurs facteurs environnementaux, notamment la saison, la température ambiante, la

disponibilité en eau et en aliments (Arian et al., 2023 ; Elrofaei et al., 2023). Ces éléments influencent non seulement la concentration en lactose, mais également les propriétés organoleptiques du lait : en conditions climatiques extrêmes, une baisse de la teneur en eau et en lactose, combinée à une augmentation des minéraux, peut modifier le goût du lait, le rendant plus salé ou piquant par rapport à son goût naturellement sucré (Elrofaei et al., 2023). Sur le plan digestif, la présence de globules gras de petite taille dans le lait de chamelle améliore son assimilation, ce qui le rend particulièrement adapté aux individus souffrant d'intolérance au lactose ou présentant une immunité affaiblie. En outre, l'absence de β -lactoglobuline, protéine fortement allergénique présente dans le lait bovin, confère au lait de chamelle des propriétés hypoallergéniques, réduisant le risque de réactions immunitaires et facilitant sa digestion (Ahmed et al., 2022). Ces caractéristiques combinées expliquent pourquoi ce lait est souvent recommandé comme alternative thérapeutique dans les régimes destinés aux personnes allergiques ou intolérantes, et pourquoi il suscite un intérêt croissant dans les applications nutritionnelles et médicales (Khosravi-Darani et al., 2023).

II .1.2.4. L'extrait sec total

La teneur en matière sèche totale (extrait sec total, TS) du lait de chamelle reflète sa concentration globale en composants nutritifs tels que les protéines, les lipides, le lactose et les minéraux, constituant un indicateur fondamental de sa qualité nutritionnelle. Les études rapportent une variabilité de la teneur en TS allant de 7,7 % à 13,56 % (voir **Tableau 03**) avec des valeurs moyennes situées entre 11,83 % et 13,0 %, selon les conditions géographiques et physiologiques (Karaman et al., 2021 ; Arian et al., 2023). Ce taux est comparable à celui du lait de vache (entre 12 % et 13 %), mais reste inférieur à celui du lait humain, qui varie entre 88 % et 89,2 % d'extrait sec (El-Aziz et al., 2021). Les principaux facteurs influençant cette teneur incluent la disponibilité en eau et en fourrage, les conditions climatiques, la saison de l'année, ainsi que le stade de lactation. Comparée à d'autres laits animaux, la teneur en TS du lait de chamelle est similaire à celle du lait de chèvre, mais inférieure à celle du lait de bufflonne (Arian et al., 2023), soulignant la nécessité de prendre en compte les caractéristiques écophysiologiques des espèces dans l'évaluation de leur valeur nutritionnelle. Cette variabilité naturelle justifie l'intérêt porté à la matière sèche dans les processus de standardisation et de transformation des produits laitiers issus du lait de chamelle .

II .1.2.4. Les vitamines et minéraux

Le lait de chameau se distingue par une richesse notable en vitamines et minéraux, surpassant le lait de vache dans plusieurs aspects nutritionnels. Selon Khaliq et al. (2024), il présente des concentrations significativement plus élevées en vitamines A, C, E, B, ainsi qu'une teneur en vitamine D3 environ huit fois supérieure à celle du lait de vache. La vitamine C y est également trois à cinq fois plus abondante. Concernant le lait de chameau bactrien, Seyiti et al. (2024) rapportent des niveaux accrus de vitamines C, A, B1, B3 et E, bien que la teneur en vitamine B5 y soit inférieure par rapport au lait de vache.

Sur le plan minéral, le lait de chameau contient des quantités plus élevées de fer, zinc, magnésium et sodium que le lait bovin, alors que ses teneurs en calcium, phosphore et manganèse sont moindres (Khaliq et al., 2024). En revanche, dans le lait de chameau bactrien, des concentrations plus importantes en sodium, phosphore, calcium et potassium ont été observées, tandis que les niveaux de magnésium et de fer sont inférieurs à ceux du lait de vache (Seyiti et al., 2024). Ces différences nutritionnelles soulignent l'importance de considérer les spécificités laitières en fonction des espèces camelines.

Tableau 3 : Composition chimique globale (%) du lait camelin (selon différents auteurs) de 2020 – 2025.

Auteurs	PT	MG	L	MS	Cendre	Pays
(Karaman et al., 2021)	3.10 ± 0.10	3.28 ± 0.48	5.32 ± 0.39	-	0.83 ± 0.04	Turquie
(El-Aziz et al., 2021)	3.5–3.7	3.29	2,4-5,8	-	-	Egypt
(Ahmed et al., 2022)	2.77	2.34-4.1	-	13.75		Egypt
(Osman et al., 2023)	1,86 ± 0,04	2.25-2.91	-	7.35 ± 0.22	0.67 ± 0.01	Soudan
(Darani et al., 2023)	3.3	3.4	3.3-5.8	9.9	0.97	Inde
(Elrofai et al., 2023)	4.93	2.3-5	4.4-5.7	8.2-15.2	-	Soudan
(Arian et al., 2023)	3,03	1.8-4.3	3.3-5.4	7.7-12.1	-	Groupe de pays
(Choudhary et al., 2024)	3.45±0.028	2.78±0.062	4.48±0.047	11.59±0.143	-	Inde

(Kraimia et al., 2024)	3,45 ± 0,028	2.78	3.82-4.38	-	7.22-7.69	Algérie
(Seyiti et al., 2024)	3,58-4,80	5,3-6,05	4,56 - 6,23	14,20-17,49	0,71-0,94	China
(Alhassani et al., 2024)	3.0–3.9	2.9–5.4	3.3–5.8	-	0.6–0.9	-
(Qadir et al., 2024)	2.66±0.11	3.44±0.21	7.80±0.2		0.63±0.02	Pakistan
(Mahrous et al., 2024)	3± 0.04	3± 0.03	5± 0.03			Égypte

II .2-Propriétés thérapeutiques et usage médicinal

Le lait de chamelle enrichi en probiotiques suscite un intérêt croissant dans le domaine biomédical en raison de ses multiples propriétés thérapeutiques. Plusieurs études, notamment celle d'Ansari et al. (2023) et Alhassani et al. (2024) , mettent en évidence son potentiel dans la gestion de diverses pathologies chroniques et métaboliques, Les probiotique présente de nombreux bienfaits pour la santé, qui attirent l'attention des chercheurs. Il pourrait aider à contrôler la glycémie grâce à son effet antidiabétique, réduire la pression artérielle par l'inhibition de l'enzyme de conversion de l'angiotensine, et combattre le stress oxydatif grâce à ses propriétés antioxydantes. Ce lait montre également un potentiel anticancéreux en limitant la croissance des cellules tumorales, et renforce le système immunitaire par ses effets immunomodulateurs. Mieux toléré que le lait de vache par les personnes intolérantes au lactose, il possède en outre une grande valeur nutritionnelle grâce à ses protéines et acides gras bioactifs. Ces caractéristiques justifient son utilisation traditionnelle dans le traitement de maladies comme le diabète ou les troubles digestifs.

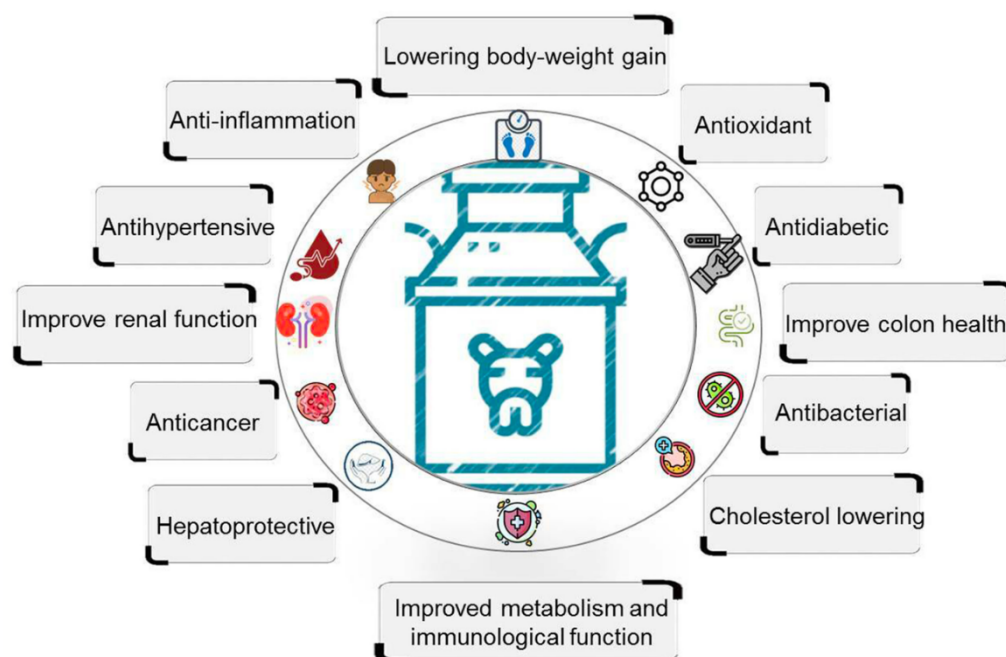


Figure 7: Effets bénéfiques du lait de chamelle probiotique et de ses dérivés (Ansari et al.,2023).

Chapitre III : Mammite subclinique chez la chamelle

III.1. Anatomie de la mamelle

La glande mammaire du dromadaire est constituée de quatre quartiers, chacun muni d'un trayon. Chaque trayon présente généralement deux, parfois trois canaux galactophores, chacun étant associé à un complexe glandulaire distinct. Contrairement aux bovins, la citerne mammaire du dromadaire n'est pas une cavité bien définie, mais adopte une structure spongieuse. De ce fait, le pis se compose généralement d'au moins huit unités productrices de lait, séparées et fonctionnellement indépendantes (Müller et al., 2024 ; Atigui et al., 2014).

Les moitiés gauche et droite du pis sont séparées par une cloison de tissu fibroélastique, un sillon médian étant souvent visible à la surface (Nosier, 1974). Par ailleurs, il n'existe pas de distinction macroscopique entre les quartiers crâniaux et caudaux (Damian et al., 2009).

La production laitière varie considérablement selon les races de dromadaires ainsi qu'entre individus. Ces variations s'expliquent notamment par les différences marquées dans les pratiques d'élevage et de traite d'une exploitation à l'autre (Farah et al., 2019). Enfin, à la différence des bovins, la production de lait chez les chameaux nécessite la présence et la stimulation continue du petit tout au long de la lactation, faute de quoi elle cesse.

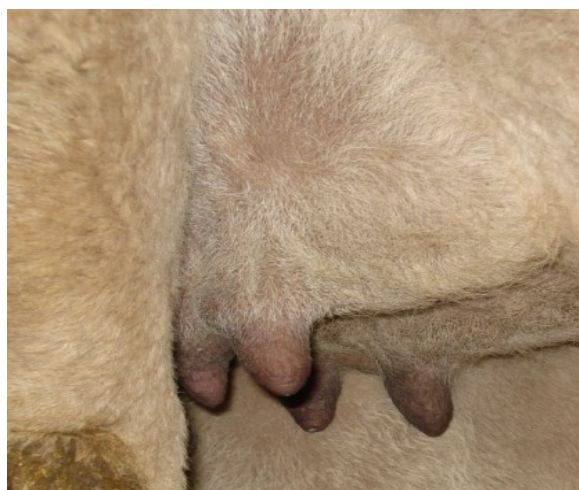


Figure 9 : Glande mammaire située dans la région inguinale chez un dromadaire (Kaskous,2018).

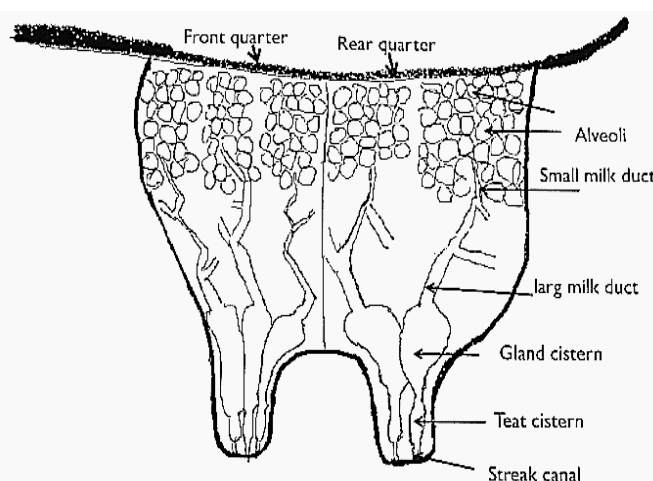


Figure 8: Représentation schématique d'une demi-mamelle chez les femelles dromadaires (Kaskous,2018).

III.2. Définition de mammite

Une mammite est une inflammation d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle des animaux laitiers tels que les vaches, chameaux... etc., pouvant résulter de causes traumatiques, chimiques, physiques ou biologiques. Elle se manifeste sous des formes cliniques ou subcliniques, avec des évolutions variables (chronique, aiguë, suraiguë) et des issues possibles allant de la guérison à la mort de l'animal. À l'inverse, une mamelle saine est caractérisée par l'absence de signes pathologiques, un lait exempt d'agents infectieux et des propriétés cellulaires et physico-chimiques normales (Schroder, 2012).

III.3. Classification des mammites

Selon l'intensité de la réaction inflammatoire on distingue la mammite clinique et la mammite subclinique.

III.3.1. Mammite subclinique :

La mammite subclinique désigne une inflammation de la glande mammaire sans manifestation clinique apparente. Elle demeure asymptomatique sur le plan macroscopique et ne peut être détectée qu'au moyen de tests indirects tels que le California Mastitis Test (CMT), le comptage cellulaire somatique ou la conductivité électrique du lait. En revanche, la mammite clinique correspond à une réponse inflammatoire manifeste à une infection, se traduisant par des altérations visibles du lait (changement de couleur, présence de grumeaux), des signes locaux d'inflammation au niveau de la mamelle (chaleur, œdème, douleur, rougeur) et parfois des signes systémiques tels que l'hyperthermie et l'anorexie (Jama et al., 2024).

III.3.2. Mammites cliniques :

Les mammites cliniques se caractérisent par des signes généraux (plus ou moins intenses) et des signes locaux visibles sur le lait (modification de couleur, formation de grumeaux... etc.) (Gourreau et Bendali, 2008). et des symptômes inflammatoires locaux observés sur la mamelle (chaleur, tuméfaction, douleur, rougeur...etc.) et des signes généraux (hyperthermie, anorexie... etc.) (Tuteja et al., 2013).

III.4. Bactéries impliquées dans les mammites subcliniques

Les infections bactériennes sont considérées comme la principale cause des mammites chez les animaux domestiques. Les agents responsables de la mammite bovine sont bien définis,

et il existe une abondante littérature sur la mammite bovine, ainsi que, dans une moindre mesure, sur les mammites ovine et caprine. En revanche, les données concernant les agents étiologiques associés à la mammite chez les chameaux restent limitées.

Les études récentes disponibles indiquent que *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus agalactiae* sont parmi les principaux pathogènes impliqués dans les mammites subcliniques chez les dromadaires (Seligsohn et al., 2020 ; Asfaw et al., 2021 ; Mwangi et al., 2022 ; Barka et al., 2023 ; Farah et al., 2024 ; Rasheed et al., 2025). Ces bactéries, souvent associées à des infections contagieuses, peuvent entraîner une augmentation des comptages cellulaires somatiques (CCS) et une altération de la qualité du lait, avec des conséquences économiques importantes pour les éleveurs.

III.5. Facteurs de risque

5.6.1. Facteurs liés à l'animal

5.6.1.1. Âge

L'âge des chameaux est un facteur significatif dans la prévalence de la mammite subclinique. Plusieurs études ont mis en évidence une association entre l'âge avancé des animaux et une augmentation des cas de mammite. Par exemple, dans une étude menée en Éthiopie (Jama et al., 2024), les chameaux âgés de 5 à 7 ans présentaient un risque accru de mammite subclinique par rapport aux jeunes animaux (2–4 ans), avec une prévalence significativement plus élevée (36,1 % contre 5,3 %). Cette tendance est corroborée par des recherches antérieures (Geresu et al., 2021), qui ont également observé une prévalence plus élevée chez les chameaux plus âgés.

Cependant, les résultats varient selon les contextes. Dans certaines régions, comme en Somalie (Mohamed et al., 2024), les chameaux âgés de 11 à 14 ans étaient les plus touchés, tandis qu'en Éthiopie (Alebie et al., 2021), aucune association significative n'a été trouvée entre l'âge et la mammite. Ces divergences pourraient s'expliquer par des différences dans les pratiques de gestion, les conditions environnementales ou les méthodes diagnostiques utilisées.

5.6.1.2. Parité

La parité des chameaux influence significativement la prévalence de la mammite subclinique. Plusieurs études révèlent que les chameaux multipares (ayant eu plusieurs mises bas) présentent un risque accru de développer une mammite comparativement aux primipares. Par exemple, dans la région de Benadir en Somalie, les chameaux ayant eu trois mises bas ou plus montraient une prévalence de mammite de 27 %, contre seulement 7,3 % chez les primipares (Mohamed et al., 2024). Cette tendance est corroborée par des recherches menées en Éthiopie, où les chameaux multipares étaient 1,8 fois plus susceptibles de contracter une mammite (Jama et al., 2024).

5.6.1.3. Stade de lactation

Plusieurs études ont mis en évidence l'influence significative du stade de lactation sur la prévalence de la mammite chez les chameaux. Une étude menée en Éthiopie a révélé que les mammites subcliniques étaient plus fréquentes en début (23,33 %) et en milieu de lactation (27,42 %), tandis qu'elles étaient moins présentes en fin de lactation (0 %) (Alebie et al., 2021). Cette tendance pourrait s'expliquer par la pratique locale de ne pas traire les chameaux durant les premières semaines post-partum, réduisant ainsi les risques de contamination. De même, une recherche en Somalie a confirmé que les chameaux en début de lactation (1-3 mois) présentaient une prévalence plus élevée (21,8 %) comparativement aux stades ultérieurs (Mohamed et al., 2024). Les auteurs attribuent cette susceptibilité accrue aux défenses immunitaires affaiblies et aux changements morphologiques de la glande mammaire en début de lactation. Par ailleurs, une étude au Puntland a souligné que les chameaux en milieu et fin de lactation étaient moins touchés, avec des prévalences respectives de 4,5 % et 3,4 % (Farah et al., 2023). Ces résultats suggèrent que les pratiques de gestion et les adaptations physiologiques jouent un rôle clé dans la vulnérabilité aux mammites selon le stade de lactation.

Ces observations soulignent l'importance d'une surveillance accrue et de mesures préventives ciblées durant les premiers mois de lactation pour réduire l'incidence des mammites dans les élevages de dromadaires.

5.6.2. Facteurs liés à l'environnement et à la conduite d'élevage

5.6.2.2. L'hygiène

L'hygiène joue un rôle crucial dans la prévalence des mammites chez les chameaux, comme en témoignent plusieurs études. Une mauvaise hygiène de la mamelle et des conditions d'élevage insalubres sont identifiées comme des facteurs majeurs favorisant les infections mammaires. Par exemple, Hadeef et al. (2022) ont montré que 91,4 % des chameaux présentant une hygiène mammaire insatisfaisante développaient des mammites subcliniques, contre seulement 29,9 % chez celles bénéficiant de bonnes pratiques d'hygiène. De même, Mohamed et al. (2024) ont souligné que le manque de lavage des mains et des trayons avant la traite, ainsi que l'absence de nettoyage régulier du matériel de traite, augmentaient significativement le risque de mammites.

5.6.3.3. Infestation par les tiques

L'infestation par les tiques (Exemple -*Acari: Ixodidae*) chez les chameaux laitiers (*Camelus dromedarius*) représente un facteur de risque étiologique significatif dans le développement des mammites, en particulier sous leur forme subclinique (Mohamed et al., 2024). Les tiques, en induisant des lésions mécaniques au niveau des trayons et du parenchyme mammaire, compromettent l'intégrité de la barrière cutanée, facilitant ainsi la pénétration et la prolifération d'agents pathogènes bactériens (ex. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*) dans les tissus mammaires (Jama et al., 2024).

Plusieurs études épidémiologiques ont démontré une association positive entre la prévalence des mammites et le degré d'infestation par les tiques, attribuée aux micro-lésions et réactions inflammatoires locales favorisant la colonisation microbienne (Jama et al., 2024). Toutefois, des disparités géographiques et zootechniques ont été observées. Dans certaines populations camélines, aucune corrélation significative n'a été établie, probablement en raison de variations dans les pratiques de gestion parasitaire ou de résistance individuelle des animaux (Djeddì et al., 2024).

Néanmoins, dans les systèmes d'élevage à faible niveau d'hygiène, l'infestation par les tiques exacerbe le risque mammitaire en agissant comme vecteur mécanique de pathogènes et en altérant l'immunité locale (Jama et al., 2024).

La mise en œuvre de stratégies intégrées de contrôle acaricide (ex. traitement rotationnel pour éviter les résistances) et l'optimisation des mesures d'hygiène (nettoyage régulier des logettes, désinfection des trayons) sont recommandées pour atténuer ce risque. Ces approches prophylactiques contribuent à la réduction de l'incidence des mammites et à l'amélioration de la santé mammaire dans les troupeaux camélins laitiers.

III.7. Outils de détection des mammites

III.7.1. Le pH du lait

Le pH du lait de chamelle constitue un indicateur clé de sa stabilité physico-chimique, avec des valeurs typiquement comprises entre 6,4 et 6,8 selon la littérature scientifique (Tableau 1). Ce paramètre est fréquemment utilisé comme marqueur indirect de l'état de santé mammaire chez les chèvres, en particulier dans le cadre du diagnostic des mammites subcliniques.

Plusieurs études ont démontré une augmentation significative du pH laitier en présence de mammites subcliniques, corrélée à l'intensité de l'inflammation mammaire. Par exemple, Ali et al. (2016) ont rapporté une élévation du pH de **6,37 à 7,48** en fonction de la sévérité de l'infection, évaluée par le California Mastitis Test (CMT). Cette hausse pourrait s'expliquer par une altération de la perméabilité membranaire des cellules épithéliales mammaires, entraînant une libération accrue d'ions et de composés alcalins dans le lait lors de la réponse inflammatoire.

Cependant, certaines recherches, telles que celles de Hadeef et al. (2016), n'ont pas observé de variation statistiquement significative du pH entre les laits sains et infectés. Ces résultats suggèrent une possible influence de facteurs confondants, notamment l'alimentation, le stade de lactation ou les conditions environnementales, sur les mesures de pH. Une étude ultérieure menée par Hadeef et al. (2019) a d'ailleurs confirmé l'absence de corrélation robuste entre le pH et la présence de mammites subcliniques, remettant ainsi en question la fiabilité de cet indicateur pour un diagnostic fiable.

III.7.2. Test de la Mammite de Californie (C.M.T.)

Le California Mastitis Test (CMT) est un test indirect, rapide et simple permettant d'estimer le nombre de cellules somatiques dans le lait. Dans le cadre de cette étude, des échantillons individuels de lait, prélevés au niveau des quartiers et des moitiés de mamelle, ont

été analysés à l'aide du CMT afin de détecter la présence de mammites subcliniques. Le test a été réalisé et interprété conformément à la méthode décrite par Schalm et Noorlander (1957).

Le principe du test repose sur l'utilisation de Teepol, un agent tensioactif qui provoque la lyse des cellules somatiques, entraînant la libération et la précipitation de l'ADN. La procédure consiste à mélanger 2 mL de lait avec 2 mL de réactif CMT dans des cupules disposées sur une plaque de test appropriée. Le mélange est ensuite agité doucement, et le résultat est interprété en fonction du degré de coagulation observé (tableau 04) (Faye et al., 2022).



Figure 10: California Mastitis Test (Jilo and Mata, 2017).

Tableau 4 : Interprétation des résultats du test CMT (Faye et al., 2022).

	Interprétation	Réaction visible	Numération cellulaire totale (% de neutrophiles)
0	Négatif	Lait fluide, normal	0-200 000 (0-25 %)
T	Trace	Légère précipitation	$(1,5-5) \times 10^5$ (30-40 %)
1	Positif faible	Précipitation distincte, sans gel	$(4-15) \times 10^5$ (40-60 %)
2	Positif distinct	Mélange épais avec formation de gel	$(8-50) \times 10^5$ (60-70 %)
3	Positif fort	Gel cohésif à surface convexe	$\geq 5\,000\,000$ (70-80 %)

III.7.3. Comptage cellulaires somatiques individuels

Le comptage cellulaire somatique (CCS) constitue une méthode diagnostique largement employée pour la détection des mammites, tant chez la chamelle que chez les autres espèces laitières (Saleh & Faye, 2011 ; Mwangi et al., 2022).

Plusieurs études, menées notamment en Arabie Saoudite et au Kenya, ont validé l'efficacité du CCS couplé au *California Mastitis Test* (CMT) dans l'identification des infections mammaires. En Arabie Saoudite, une étude portant sur 120 échantillons de lait a mis en évidence des valeurs moyennes de CCS significativement plus élevées dans les quartiers infectés (125 000 cellules/mm³ en moyenne), corrélées à des scores CMT plus élevés. Les analyses microbiologiques ont révélé une prédominance de cocci à Gram positif, principalement des genres *Streptococcus* spp. et *Staphylococcus* spp. (Saleh & Faye, 2011).

Une étude récente conduite au Kenya a confirmé la pertinence du CCS comme outil de diagnostic des mammites subcliniques, avec un seuil de détection établi à 200 000 cellules/mL. La prévalence globale des infections subcliniques s'élevait à 17,6 %, les principaux agents étiologiques identifiés étant également *Streptococcus* spp. et *Staphylococcus* spp.

Ces résultats soulignent l'importance du CCS comme indicateur fiable des mammites, tout en mettant en lumière la variabilité des profils de résistance bactérienne, nécessitant une adaptation des protocoles thérapeutiques.

III.7.4.

La culture bactériologique constitue une méthode essentielle pour le diagnostic des mammites, en particulier dans sa forme subclinique. En tant qu'outil direct, elle permet non seulement de confirmer la présence de microorganismes pathogènes dans le lait, mais également de procéder à leur identification spécifique à travers l'isolement et la caractérisation des colonies bactériennes. Cette approche constitue ainsi une base solide pour une évaluation précise de l'état sanitaire de la glande mammaire (Tuteja *et al.*, 2013).

Cependant, malgré sa fiabilité, cette méthode présente plusieurs limitations pratiques qui restreignent son utilisation en routine. Elle requiert un protocole de prélèvement rigoureux, incluant des conditions strictes d'asepsie, une maîtrise de la température lors du transport, ainsi qu'un respect des délais d'acheminement vers le laboratoire d'analyse. Par ailleurs, le coût relativement élevé des analyses et le temps nécessaire à l'obtention des résultats (généralement 48 heures ou plus) constituent des obstacles majeurs à sa mise en œuvre systématique dans les élevages, notamment en zones rurales ou dans des contextes de ressources limitées (Barrot & Debreil, 2008).

En conséquence, bien que la culture bactériologique soit indispensable dans un cadre diagnostique approfondi ou dans une démarche épidémiologique, son usage reste limité à des contextes ciblés, tels que les suivis vétérinaires spécialisés ou les études de recherche appliquée.

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre IV : Matériels et méthodes

1. Problématique:

Les mammites constituent une pathologie mammaire complexe et largement répandue chez les espèces laitières, incluant le dromadaire (*Camelus dromedarius*). Cette affection engendre des pertes économiques substantielles, principalement en raison de ses manifestations cliniques et subcliniques (Geresuet *al.*, 2022). Bien que les deux formes coexistent, la mammite subclinique présente une prévalence significativement plus élevée que sa forme clinique (Qadir *et al.*, 2024). Les taux d'incidence rapportés dans la littérature varient considérablement, allant de 10,6 % à 67,4 %, selon les contextes épidémiologiques et les méthodologies diagnostiques employées (Jama *et al.*, 2024 ; Mahrous *et al.*, 2024).

Le lait de chamelle se caractérise par une composition nutritionnelle exceptionnelle, incluant une forte teneur en minéraux (calcium, sodium, magnésium, fer, cuivre), une faible concentration en glucides et en cholestérol, ainsi qu'une teneur élevée en vitamine C. Cependant, les mammites, endémiques dans la plupart des régions d'élevage camelin, altèrent cette qualité nutritionnelle. Elles entraînent non seulement une diminution de la production laitière, mais affectent également la santé des consommateurs humains et des chameaux en lactation (Hafez *et al.*, 2024).

D'un point de vue de santé publique, cette pathologie soulève des préoccupations majeures, notamment en raison du risque accru de résistance aux antibiotiques et de transmission potentielle de zoonoses ou de maladies liées aux toxines alimentaires (Hameed *et al.*, 2007). Parmi les agents pathogènes les plus préoccupants figurent *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus agalactiae*, responsables de mammites tant cliniques que subcliniques, avec un potentiel élevé de transmission contagieuse (Qadir *et al.*, 2024 ; Rasheed *et al.*, 2025).

En Algérie, plusieurs études ont été menées sur les mammites chez la chamelle laitière, abordant des aspects tels que la prévalence, les facteurs de risque, les agents étiologiques impliqués (notamment *S. aureus* et *S. agalactiae*), ainsi que leurs profils de résistance aux antibiotiques (Djeddi *et al.*, 2025 ; Aneset *al.*, 2024 ; Barkaet *al.*, 2023). Toutefois, une meilleure compréhension de cette pathologie demeure nécessaire afin de développer des stratégies de prévention, de contrôle et de lutte adaptées au contexte national.

Cette étude s'inscrit dans cette perspective, visant à approfondir les connaissances épidémiologiques, microbiologiques et thérapeutiques relatives aux mammites camélines, en vue d'optimiser les pratiques sanitaires et de minimiser leurs impacts économiques et sanitaires.

2.Objectifs de l'étude

La présente étude vise à :

1. Évaluer et comparer la prévalence des mammites subcliniques chez les dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Algérie, en utilisant le **California Mastitis Test (CMT)** comme outil diagnostique standardisé.
2. Analyser l'influence des facteurs de risque (Le stade de lactation et l'âge des animaux et la Parité).
3. Confronter les résultats obtenus avec les données existantes dans la littérature scientifique.
4. Contribuer à l'amélioration des stratégies de prévention en identifiant les paramètres épidémiologiques clés, dans une perspective de santé animale et de rentabilité des élevages laitiers en contexte algérien.

3. Matériels et méthode :

3.1. Zone de l'étude

L'étude a été menée dans deux wilayas d'Algérie : Djelfa (El-Mesrane) Médéa (Boughezoul).

Djelfa : La wilaya de Djelfa constitue une entité géographique majeure en Algérie par sa position centrale et son étendue territoriale de 32 362 km² (1,36% du territoire national). Située entre 2°-5° de longitude Est et 33°-35° de latitude Nord, elle forme un carrefour stratégique reliant les régions nord-sud et est-ouest du pays. Son chef-lieu, distant de 300 km d'Alger et 100 km de Laghouat, Créée en 1974, la wilaya regroupe actuellement 36 communes réparties en 12 daïras. Son découpage historique révèle une succession d'attachements administratifs : Beylik du Titteri avant 1830, puis province puis département d'Alger jusqu'en 1956, avant d'être intégrée au département du Titteri jusqu'à son érection en wilaya. Djelfa partage aujourd'hui ses

frontières avec huit wilayas : Médéa et Tissemsilt au nord, Biskra et M'sila à l'est, Tiaret et Laghouat à l'ouest, Ghardaïa et Ouargla au sud. Cette configuration géopolitique, combinée à ses caractéristiques biogéographiques, en fait une zone charnière essentielle pour les échanges interrégionaux et les équilibres territoriaux algériens. La wilaya de Djelfa se caractérise par un climat semi-aride à forte tendance continentale, marqué par d'importantes amplitudes thermiques annuelles pouvant atteindre 30°C. Les étés y sont particulièrement chauds, avec des températures moyennes avoisinant 35°C et des pics dépassant fréquemment 45°C, tandis que les hivers sont froids avec des moyennes de 5°C et des minimales souvent inférieures à 0°C. Les précipitations, faibles et irrégulières, varient entre 150 et 300 mm annuellement, avec une concentration hivernale et une sécheresse estivale marquée de juin à septembre. Le régime des vents est dominé par le sirocco, vent chaud et sec en provenance du sud, et par des vents d'ouest plus frais et humides. On observe un gradient climatique nord-sud notable, avec une légère influence méditerranéenne au nord (250-300 mm) qui s'atténue progressivement vers le sud où l'aridité s'accroît (150-200 mm). Cette configuration climatique, influencée par la position intramontagneuse de la wilaya dans l'Atlas saharien, son altitude moyenne de 1 100 m et son éloignement des côtes, explique la dominance des paysages steppiques couvrant 75% du territoire (D.S.A., 2017). Ces conditions climatiques contraignantes ont des répercussions majeures sur les écosystèmes locaux, engendrant une fragilité environnementale, un stress hydrique permanent et des potentialités pastorales essentiellement saisonnières, tout en conditionnant fortement les systèmes de production agricole, les modes de vie des populations et les stratégies d'adaptation des éleveurs de la région.

Médéa (Boughezoul) : La zone d'étude se situe dans la région de Boughezoul, localisée à environ 60 km au sud de Médéa, chef-lieu de wilaya situé quant à lui à 70 km au sud d'Alger. La wilaya de Médéa couvre une superficie de 8 700 km² et compte 64 communes réparties en 19 daïras, pour une population d'environ 800 000 habitants selon le recensement général de 2008 (RGPH). Géographiquement, elle est délimitée par les wilayas de Blida au nord, Chlef et Tiaret à l'ouest, Bouira à l'est et Djelfa au sud.

D'un point de vue géomorphologique, la wilaya de Médéa s'inscrit dans le système montagneux de l'Atlas tellien et s'étend jusqu'aux hauts plateaux. Le climat y est de type méditerranéen, caractérisé par des étés secs et chauds, et des hivers doux et pluvieux. On observe un gradient pluviométrique marqué du nord au sud de la wilaya : alors que les

précipitations atteignent en moyenne 800 mm/an dans sa partie nord, elles ne sont plus qu'entre 150 et 200 mm/an dans la

région de Boughezoul, située dans sa partie méridionale. Cette variation climatique importante influence considérablement les écosystèmes et les activités agro-pastorales de la région.

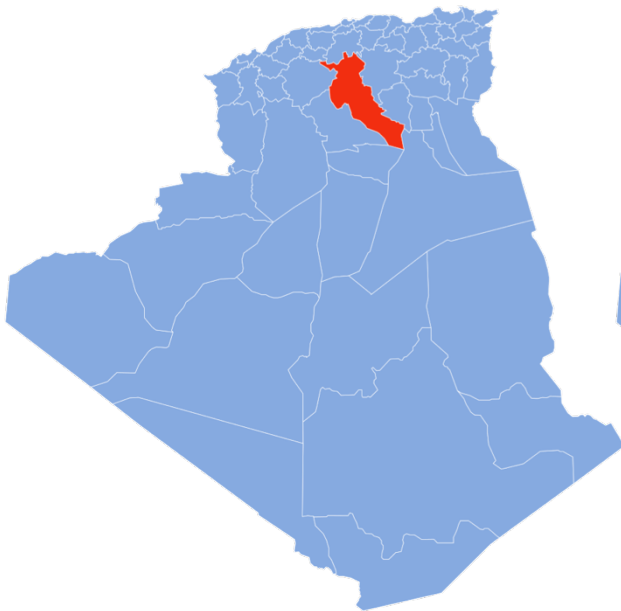


Figure 11: carte géographique montre la zone d'étude (**Djelfa**).

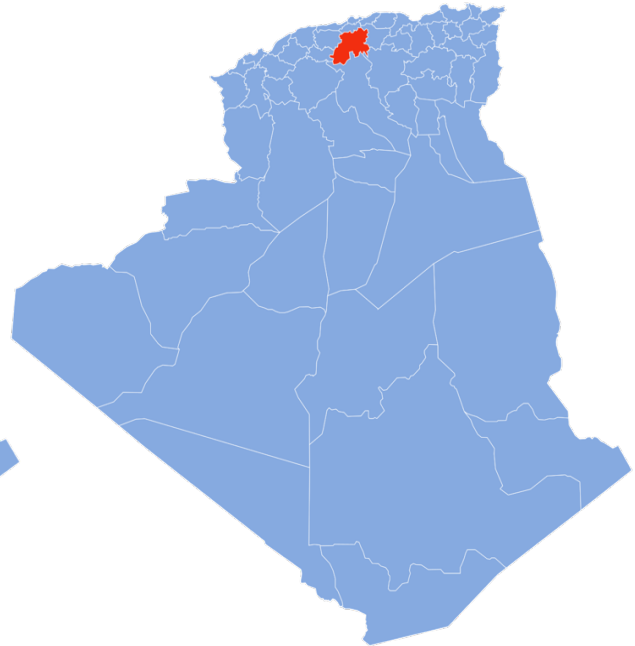


Figure 12: carte géographique montre la zone d'étude (**Médéa**).

3.2. Population animale étudiée :

L'étude a porté sur un échantillon de 40 chamelles (*Camelus dromedarius*) de la population Sahraouie, suivies pendant la période de lactation entre janvier et mai 2025. Ces animaux, âgés de 4 à 18 ans, représentent une race reconnue pour ses bonnes performances laitières et son adaptation aux milieux arides (Siboukeur, 2007).

Les sujets étudiés bénéficient d'un système d'élevage semi-extensif caractéristique de la zone :

- **Alimentation** : Basée principalement sur le pâturage naturel en parcours steppique, complété par une supplémentation alimentaire composée de concentrés d'orge, de luzerne et de foin sec
- **Gestion du troupeau** : Jeunes et adultes partagent les mêmes espaces de pâturage
- **Conditions d'hébergement** :

- Période estivale : Pâturage en plein air permanent
- Période hivernale : Mise à l'abri dans des bergeries selon les conditions météorologiques, mais avec maintien des sorties régulières
- **Pratiques d'élevage :**
 - Approvisionnement hydrique régulier
 - Traite manuelle traditionnelle

Ce système d'élevage, bien adapté aux contraintes environnementales locales, permet de maintenir les performances animales tout en optimisant l'utilisation des ressources naturelles disponibles. La période d'étude (janvier-mai) a été choisie pour couvrir les différentes phases de lactation et les variations saisonnières de disponibilité alimentaire.



Figure 13:Pratique traditionnelle de pâturage communautaire rassemblant chamelles laitières Sahraouies et leur progéniture dans les parcours steppiques (Wilaya de Djelfa- El-Mesrane, 2025).



Figure 14: Pratique de supplémentation alimentaire par apport de luzerne chez des chameilles laitières Sahraouies en système semi-extensif (Wilaya de Médéa-Boughezoul, 2025).

3.3. Collecte des données auprès des éleveurs

Dans le cadre de cette étude, un questionnaire structuré a été administré aux éleveurs participants afin de recueillir des données essentielles concernant :

Données individuelles des animaux :

- Race et identification.
- Âge exact (en années)
- Parité (nombre de lactations)
- Stade de lactation (en mois)

Objectif méthodologique :

Ce dispositif d'enquête visait à établir une corrélation précise entre les pratiques de gestion du troupeau et l'incidence des mammites, tout en permettant l'analyse des paramètres individuels influençant la santé mammaire.

Mise en œuvre :

Les questionnaires ont été administrés en face-à-face, avec vérification croisée des déclarations par observation directe des pratiques. Les données quantitatives (Stade de lactation, âge, parité) ont été recoupées avec les registres d'élevage lorsque disponibles.



Figure 15 : Chamelles Sahraouies identifiées individuellement dans le cadre de l'étude épidémiologique sur les mammites (Wilaya de Médéa-Boughezoul, 2025).



Figure 16: Détermination de l'âge par observation dentaire chez une chamelle Sahraouie de 7 ans (Boughezoul, 2025).

3.4. Protocole de prélèvement et de dépistage des mammites camélines

1. Dépistage initial des mammites cliniques : Une inspection systématique a été réalisée sur l'ensemble du cheptel selon le protocole suivant

- **Examen visuel :** recherche (chaleur, tuméfaction, douleur, rougeur)
- **Palpation mammaire :** détection d'indurations, augmentation de température locale ou sensibilité anormale
- **Analyse du lait :** observation des caractéristiques macroscopiques (coagulé, flocons, caillots)

2. Sélection des sujets pour le California Mastitis Test (CMT)

Les critères d'inclusion stricts ont été appliqués :

- Absence totale de signes cliniques de mammite
- Caractéristiques laitières normales (couleur et viscosité standards)
- 40 chameles répondant à ces critères ont été retenues pour le CMT

3. Protocole de prélèvement du lait .

Préparation :

- Désinfection des mains de l'opérateur (solution iode-alcool 70°).
- Nettoyage approfondi des trayons (solution iode-alcool 70°).
- Séchage avec serviettes stériles.

Technique de prélèvement :

- Désinfection terminale du trayon (iode-alcool 70°).
- Élimination des premiers jets de lait.
- Recueil dans des gobelets stériles en position verticale.

4. Réalisation du California Mastitis Test : Le test a été effectué selon la méthodologie standard de Ferronato et al. (2018) :

Procédure technique :

- Mélange à parts égales (2 mL) de lait et de réactif CMT (Raider®)
- Agitation circulaire standardisée (10 secondes)
- Lecture immédiate de la réaction

Tableau 5 : Interprétation du California Mastitis Test (CMT) chez la chamelle laitière (Faye et al., 2022)

Aspect du lait après réaction	Notation	Interprétation (lait individuel)	Prévalence dans le troupeau (lait de mélange)
Aucune réaction. Consistance liquide, couleur grise.	0	Lait normal.	0–20 % de chèvres positives.
Léger gel en flocons disparaissant après 10 secondes (gris violacé).	1	Mammite latente ou subclinique. Traite irritante.	~30 % de chèvres positives.
Léger gel persistant (filaments grumeleux, gris violet).	2	Mammite subclinique. Traite irritante.	~40 % de chèvres positives.
Gel épais, amas visqueux adhérent au fond.	3	Mammite bien établie.	~60 % de chèvres positives.
Gel consistant comme du blanc d'œuf (violet foncé).	4	Mammite bien établie.	~80 % de chèvres positives.

Critères diagnostiques :

- Résultats **positifs** : scores 1+, 2+ ou 3+
- Résultats **négatifs** : scores Négatif ou Trace

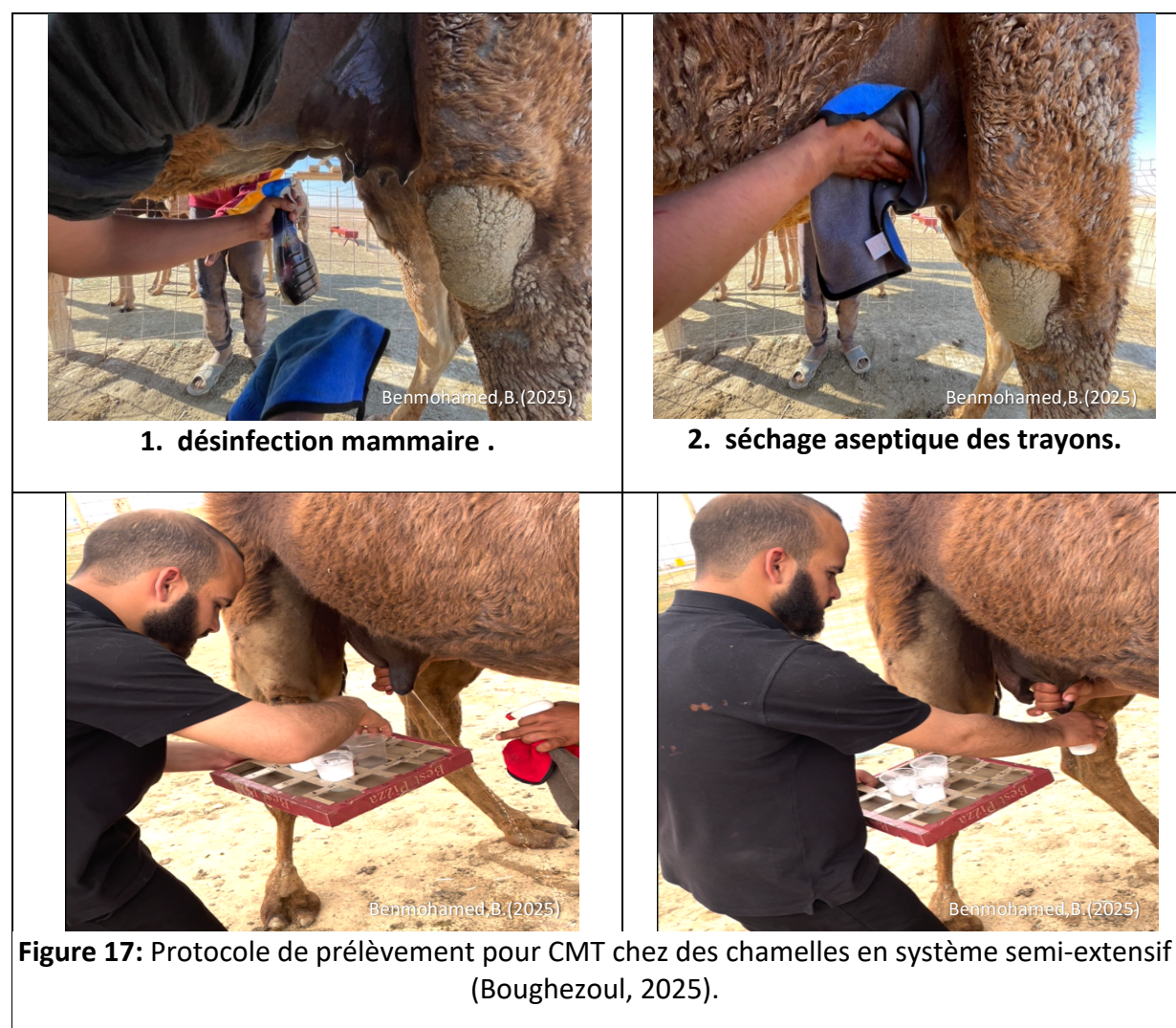




Figure 18: Technique de test CMT.

3.5. Analyses statistiques

L'ensemble des données collectées (questionnaires, examens cliniques et résultats CMT) a été codé et saisi dans une base Microsoft Excel® 2019 avant d'être transféré vers le logiciel IBM SPSS Statistics (version 29.0.1.1 pour Mac) pour analyse. Les analyses une approche descriptive calculant les prévalences globales des mammites, et une approche analytique visant à identifier les facteurs de risque associés. Les tests du Chi-deux (χ^2) ont été employés pour évaluer les associations entre les différents paramètres étudiés et les résultats cliniques ou CMT, avec un seuil de significativité fixé à $p < 0,05$. Une régression logistique multivariée a ensuite permis de modéliser les relations entre les principaux facteurs prédictifs et la survenue de mammites, en calculant des odds ratios ajustés avec leurs intervalles de confiance à 95%. La qualité des modèles a été vérifiée par le test de Hosmer-Lemeshow, tandis que les conditions d'application des différents tests statistiques ont été systématiquement contrôlées. L'ensemble des analyses a tenu compte des effectifs par catégorie, avec application de corrections appropriées (Yates, Fisher) lorsque nécessaire, garantissant ainsi la robustesse des résultats obtenus dans cette étude épidémiologique.

Chapitre V : Résultats et discussion

1. Analyse du test CMT.

L'évaluation de la prévalence des mammites subcliniques a été réalisée à l'aide du California Mastitis Test (CMT) sur un échantillon de 40 chèvres et 160 quartiers mammaires. Les résultats sont présentés dans le Tableau 6 .

Tableau 6 : Prévalence des mammites subcliniques par quartiers chez les chèvres selon les résultats du CMT.

Échantillon	CMT	Nombre totale testé	Nombre Négatifs	Nombre Positifs	Prévalence des mammites %
Chèvres testées		40	31	9	22,5
Nombre de Quartiers mammaires		160	146	14	8,75

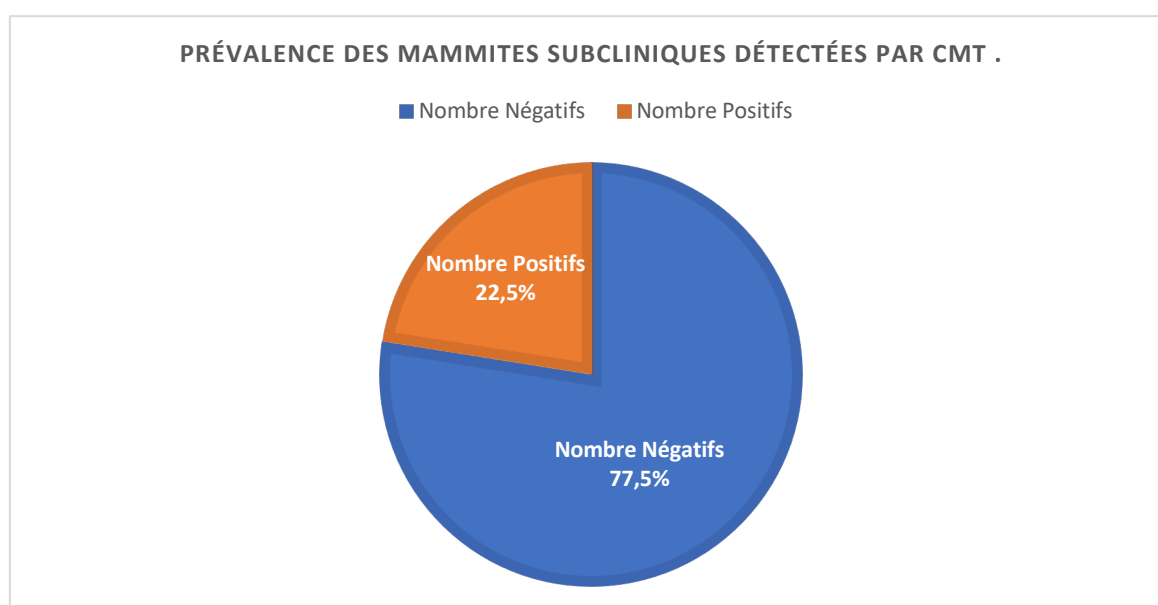


Figure 19: Prévalence des mammites subcliniques détectées par CMT chez des chèvres Sahraouies .

L'évaluation de la prévalence de la mammite subclinique a été réalisée à l'aide du California Mastitis Test (CMT) sur un total de 40 chèvres. Les résultats, résumés dans le **Tableau 06**, indiquent que 9 chèvres (22,5 %) ont présenté une réaction positive au test, tandis que 31 (77,5 %) ont donné un résultat négatif. Ce taux de positivité est légèrement inférieur à celui rapporté dans d'autres études, notamment celles de Alebie et al. (2021) en Éthiopie (25 %), de Barka et al. (2023) en Algérie (27,5 %), et d'Anis et al. (2024) également en Algérie (26,92 %).

Au niveau des quartiers mammaires, sur les 160 quartiers examinés, 14 (8,75 %) ont été détectés positifs, contre 146 (91,25 %) négatifs. Ce résultat reste proche de celui rapporté par Alebie et al. (2021) (8,85 %), bien qu'une légère variation soit constatée.

Cette variation interétudes pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs environnementaux connus pour influencer la prévalence de la mammite subclinique, notamment les conditions climatiques, alimentation, les pratiques d'élevage et l'hygiène (Seifu & Tafesse, 2011). En particulier, la prévalence relativement élevée observée en Algérie pourrait être liée à l'absence de mesures d'hygiène comme une prévention efficaces.

Bien que la mammite clinique soit en général facilement identifiable et traitable, sa forme subclinique demeure silencieuse et passe souvent inaperçue, favorisant ainsi sa propagation au sein du troupeau (Anes et al., 2024 ; Djeddi et al., 2024). De plus, certaines pratiques traditionnelles potentiellement à risque, telles que la cautérisation du pis pratique par des éleveurs comme un traitement traditionnelle ou l'insertion de bâtons dans les narines des jeunes pour empêcher la tétée, rapportées par Mengistu et al. (2010), ce qui n'ont pas été observées dans la présente étude, ce qui pourrait avoir réduit certains facteurs de risque.

Selon les études récentes, Aucun des éleveurs enquêtés ne pratiquait de dépistage systématique par le test CMT ou d'autres méthodes diagnostiques. Cette lacune, combinée à des conditions sanitaires précaires et à un accès limité à l'eau, contribue fortement aux complications sante mammaires observées. Des gestes simples, tels que le lavage des mains et de la mamelle avant la traite, étaient rarement appliqués, malgré leur efficacité démontrée dans la prévention de la mammite (Barka et al., 2023 ; Rasheed et al., 2025).

Par ailleurs, l'âge avancé des chèvres et le stade de lactation ont été statistiquement associés à une augmentation du risque de mammite subclinique (SCM) et d'infection intramammaire (IMI) (Seligsohn et al., 2020 ; Mahrous et al., 2024). Ces facteurs prolongent la période de vulnérabilité, et étant donné que chaque troupeau contient au moins un animal infecté, la transmission horizontale au sein du troupeau peut être importante.

Les porteurs asymptomatiques non identifiés peuvent ainsi agir comme réservoirs bactériens, en particulier pour des pathogènes tels que *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*

agalactiae et *Escherichia coli*. La transmission de ces bactéries peut se faire indirectement, notamment par les mains contaminées (Qadir et al., 2024 ; Sheet et al., 2024).

Chez l'être humain, ces bactéries présentent également un intérêt médico-sanitaire important. Les staphylocoques et *E. coli* sont responsables de nombreuses affections respiratoires, digestives et urinaires. Les staphylocoques, en particulier, sont impliqués dans une large gamme de pathologies, allant d'infections bénignes à des affections graves. Ils représentent également l'une des principales causes d'infections nosocomiales, posant ainsi un défi majeur de santé publique.

Les quartiers postérieurs présentent une prévalence plus élevée que les antérieurs (Tableau 7) .

Tableau 7 : Prévalence des mammites subcliniques par quartier atteint.

Nombre de Quartier(n=160)	Négatifs	Positifs	Prévalence (%)
Postérieur droit	36	4	(4/14)28,57
Postérieur gauche	35	5	(5/14)35,71
Antérieur droit	38	2	(2/14)14,29
Antérieur gauche	37	3	(3/14)21,43
TOTAL	146	14	

La prévalence des mammites subcliniques chez la chamelle présente une distribution inégale selon les quartiers mammaires, comme en témoignent les données du Tableau 07. Les quartiers postérieurs enregistrent des taux d'infection sensiblement plus élevés (35,71 % pour le gauche, 28,57 % pour le droit) que les quartiers antérieurs (21,43 % à gauche, 14,29 % à droite). Cette répartition différenciée suggère l'existence de déterminants anatomiques, fonctionnels et environnementaux qui rendent les quartiers postérieurs particulièrement vulnérables aux infections mammaires.

D'un point de vue anatomique, les quartiers mammaires postérieurs chez la chamelle présentent plusieurs caractéristiques qui compromettent leurs défenses naturelles. Ils se distinguent notamment par des canaux trayonnaires légèrement plus étroits et une vascularisation capillaire moins développée par rapport aux quartiers antérieurs. Selon les travaux de Müller et al. (2024), cette configuration anatomique limite la perfusion locale et entrave la migration des cellules immunitaires ainsi que la diffusion des peptides antimicrobiens

vers la lumière mammaire. En d'autres termes, le potentiel de réponse immunitaire locale est mécaniquement affaibli, ce qui rend ces quartiers plus susceptibles à la colonisation bactérienne.

Par ailleurs, les quartiers postérieurs assurent une proportion plus importante de la production lactée. Malgré leur taille externe souvent perçue comme inférieure, leur rendement laitier dépasse celui des quartiers antérieurs, avec une augmentation estimée de 12,8 % selon Kulaeva (1979) et de 15 % selon Eisa (2012). Cette hyperactivité fonctionnelle impose un stress métabolique et tissulaire accru, pouvant altérer les capacités de réponse immunitaire locales. À cela s'ajoute une particularité morphologique propre aux camélidés : la présence de deux à trois orifices par trayon, une configuration anatomique rarement observée chez d'autres espèces domestiques comme la vache, où un seul canal est la norme. Cette multiplicité d'orifices chez la chamelle accroît le risque de contamination ascendante et complique la fermeture naturelle post-traite du sphincter trayonnaire, ce qui constitue un facteur additionnel favorisant l'entrée de pathogènes et, par conséquent, la survenue de mammites.

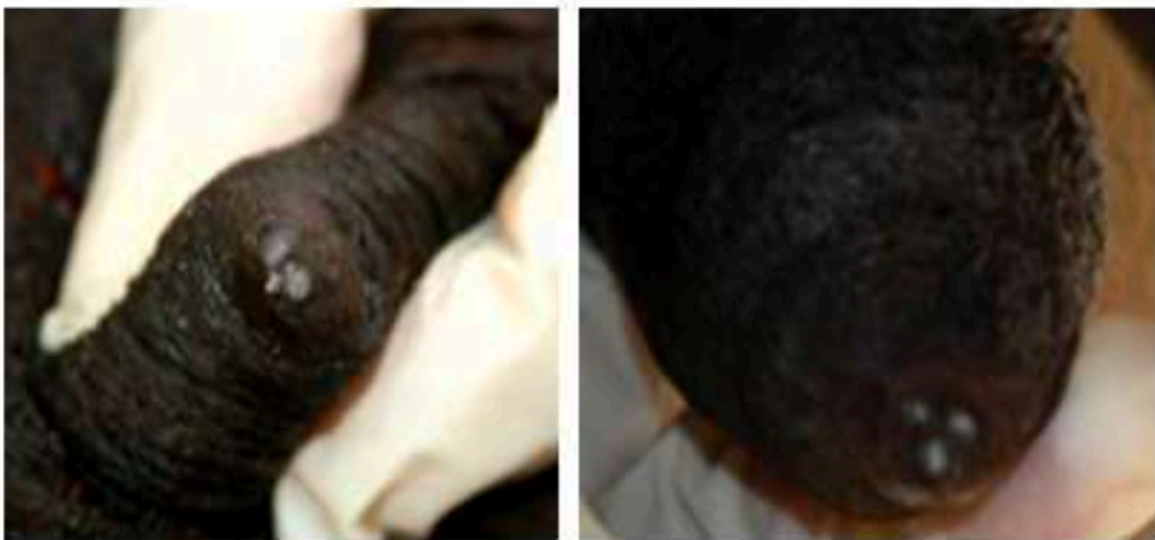


Figure 20: La configuration particulière des trayons chez la chamelle, pouvant présenter deux ou trois orifices par trayon (Juhasz et al., 2008), représente un facteur de risque important.

Outre ces caractéristiques physiologiques, des facteurs comportementaux et environnementaux jouent un rôle critique. La position postérieure des quartiers les expose directement aux souillures du sol, notamment les matières fécales et l'urine. Ce risque est particulièrement accentué pendant la saison estivale. Entre 12 h et 17 h, période durant laquelle la température ambiante peut atteindre 38 °C, la chamelle adopte un comportement de repos en position couchée, augmentant considérablement le temps de contact entre les trayons

postérieurs et les contaminants organiques présents au sol. À ces températures, les métairies fécales offrent un environnement idéal pour la prolifération bactérienne, grâce à une humidité élevée et une concentration d'oxygène favorable à la croissance microbienne, dépassant même celle de la flore digestive.

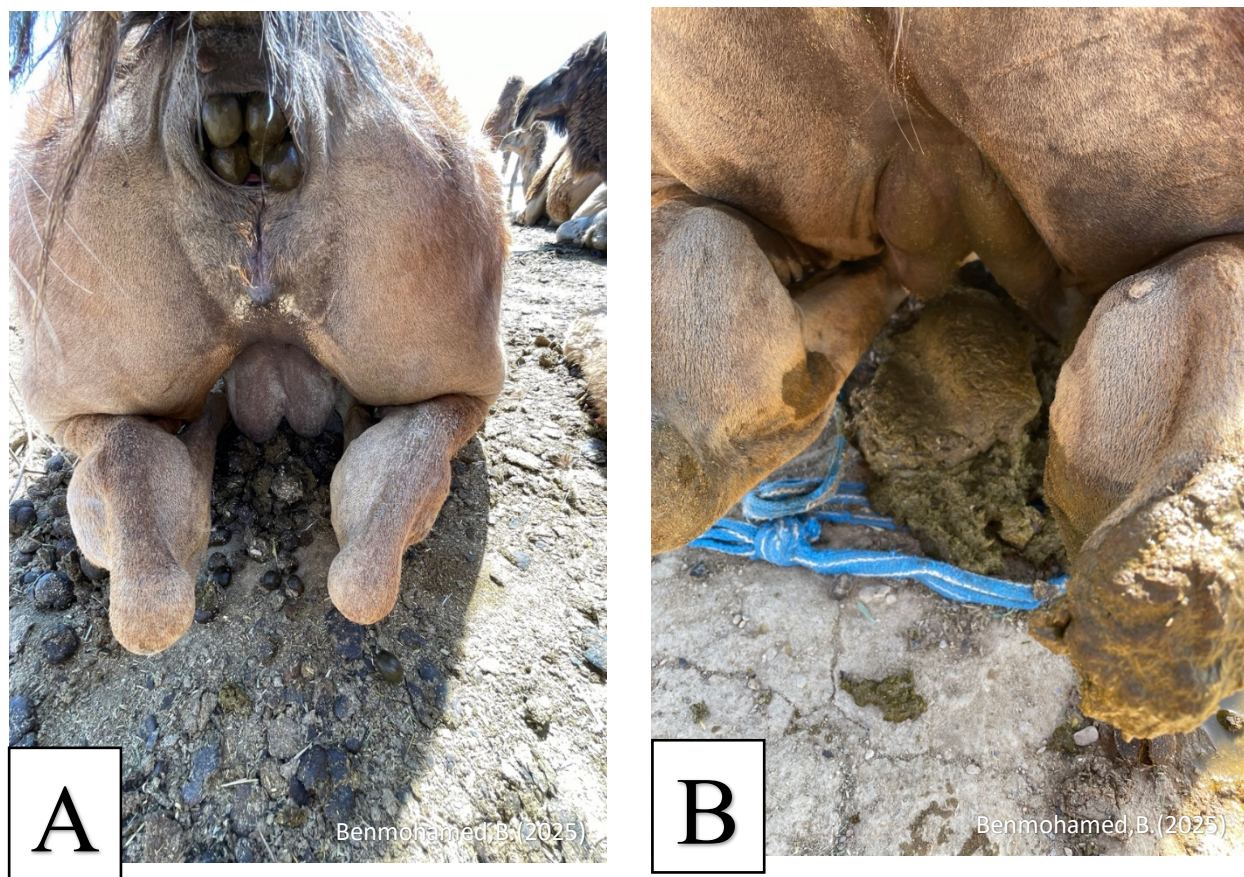


Figure 21

A–B. Exposition directe des quartiers postérieurs aux contaminants organiques lors du repos en position couchée. Les images illustrent le contact de la proximité des trayons avec les matières fécales fraîches et les sols souillés, particulièrement en conditions estivales. Cette situation favorise un environnement chaud, humide et riche en oxygène, propice à la prolifération microbienne et à l'infection amammaire

La miction en position couchée constitue un autre facteur aggravant. En période estivale, la consommation hydrique de la chamelle est plus importante, ce qui se traduit par des volumes urinaires accrus, souvent évacués durant la phase de repos. L'urine, en s'écoulant sous le corps de l'animal, tend à se diriger vers la zone mammaire, en particulier vers les trayons postérieurs. Ce phénomène, accentué par la gravité, augmente l'humidité résiduelle autour des trayons, contribuant à un environnement propice à la multiplication bactérienne. En outre, même lorsque les trayons sont désinfectés post-traite, la présence d'urine en grande quantité dilue ou élimine rapidement l'antiseptique appliqué, rendant la stérilisation inefficace. À cela s'ajoute le fait que la température corporelle locale ($\approx 38^{\circ}\text{C}$) favorise davantage la viabilité des pathogènes.

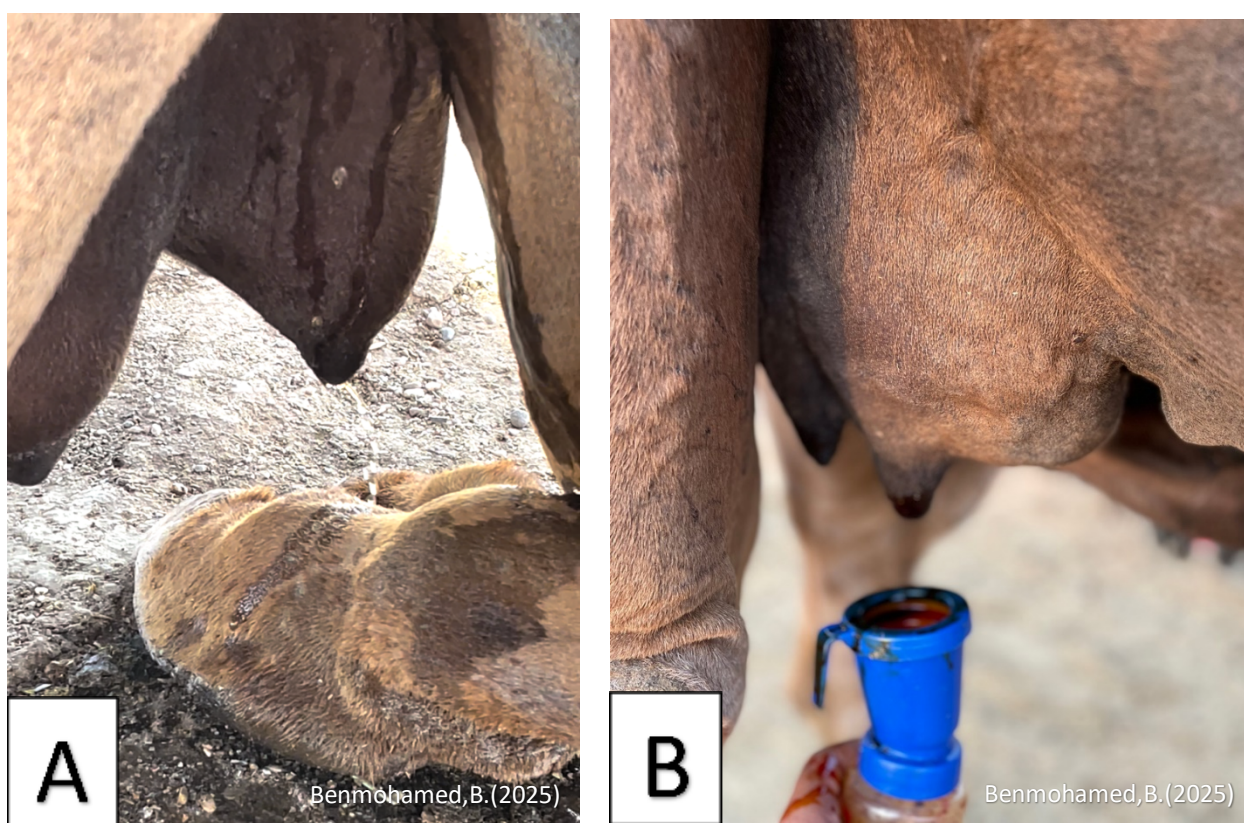


Figure 22

A–B. Conséquences de la miction en position couchée sur l'hygiène mammaire chez la chamelle.

A. Écoulement urinaire atteignant directement les trayons postérieurs, générant une humidité persistante favorable à la prolifération bactérienne.

B. Application de tompage post-traite sur un trayon, illustrant le risque de dilution ou d'élimination rapide du désinfectant, compromettant ainsi l'efficacité de la stérilisation.

Ces éléments convergent pour expliquer pourquoi le risque infectieux est évalué comme étant deux à trois fois plus élevé dans les quartiers postérieurs que dans les quartiers antérieurs. Cette vulnérabilité accrue a été confirmée par plusieurs travaux antérieurs, notamment ceux de Mohamud et al. (2020) et Mohamed et al. (2024), qui ont signalé une prévalence significativement supérieure des infections intramammaires dans les régions postérieures de la mamelle chez les camélidés.

Face à cette situation, il est impératif de réviser les pratiques sanitaires et les protocoles de traite en tenant compte des spécificités anatomiques et comportementales propres à la chamelle. Une vigilance particulière doit être portée à la désinfection rigoureuse des trayons postérieurs, ainsi qu'au nettoyage systématique des membres postérieurs, zones particulièrement exposées à la contamination fécale et urinaire, en insistant sur un nettoyage antiseptique rigoureux, suivi d'un séchage complet pour limiter la persistance d'humidité. Par ailleurs, l'introduction de massages mammaires avant la traite pourrait stimuler la circulation sanguine locale, renforçant ainsi la réponse immunitaire tissulaire. Enfin, l'aménagement des espaces de repos, notamment par un assèchement et une propreté rigoureuse des zones de couchage, peut significativement réduire l'exposition des trayons aux contaminants fécaux et urinaires.



Figure 23 : Altération de l'hygiène des membres postérieurs chez la chamelle : facteur favorisant l'exposition environnementale des trayons et la survenue des infections mammaires.

En somme, la prédisposition accrue des quartiers postérieurs aux mammites subcliniques chez la chamelle résulte d’une synergie complexe entre facteurs anatomiques (tels que la structure des trayons), physiologiques (comme la production laitière plus importante) et environnementaux (notamment l’exposition aux souillures lors du couchage). Toute stratégie de prévention efficace doit ainsi s’appuyer sur une approche intégrée, tenant compte de ces multiples dimensions. Cela implique une adaptation des protocoles d’hygiène, des techniques de traite et des conditions d’hébergement aux spécificités du système camelin et aux contraintes agroécologiques locales.

Dans ce contexte, l’utilisation du chmel — dispositif traditionnel de protection de la mamelle, comme illustré en **figure 24** — représente une mesure préventive intéressante. En couvrant les trayons entre les traites, ce dispositif réduit l’exposition directe aux contaminants fécaux, à la poussière et aux insectes vecteurs, formant ainsi une barrière physique limitant le risque de contamination ascendante. Son usage est particulièrement pertinent en milieu désertique, où les conditions sanitaires sont difficiles à contrôler.

Cependant, cette efficacité n’est conditionnée que par un entretien rigoureux. En l’absence de lavage et de désinfection réguliers, le chmel peut rapidement devenir un vecteur de contamination secondaire, agissant comme un réservoir microbien au contact direct de la mamelle. De ce fait, son emploi est à proscrire dans les systèmes d’élevage plus intensifs, où les normes d’hygiène doivent être strictement maîtrisées (Faye et al., 2022).



Figure 24.(Faye et al., 2022)

A. Mise en place du chmel, dispositif traditionnel utilisé pour protéger la mamelle entre les traites, en réduisant l’exposition aux souillures, à la poussière et aux insectes vecteurs (crédit photo : S. Saleh).

B. Procédure de lavage et de séchage du chmel dans une exploitation caméline en Arabie Saoudite, soulignant l'importance de son entretien régulier pour garantir son efficacité hygiénique.

)

2. Corrélation entre mammites et facteurs de risque

2.1. Stade de lactation

Tableau 8 : Corrélation entre la survenue de mammites subcliniques et le stade de lactation chez les chamelles laitières

Stade de lactation	Nombre de chamelle Positifs	Nombre de chamelle Négatifs	Total	Prévalence des mammites (%)	OR	IC 95%	χ^2	p-value
1er mois	3	11	14	21,4	1,00	(Référence)	-	-
2-4 mois	5	13	18	27,8	1,41	[0,27-7,28]	0,18	0,674
≥5 mois	1	7	8	12,5	0,52	[0,04-5,99]	0,33	0,564
Total	9	31	40	22,5				

L'étude révèle une prévalence globale de mammites subcliniques de 22,5% chez les chamelles laitières, avec des variations notables selon le stade de lactation. Les données du **Tableau 08** montrent une prévalence plus élevée au cours des 2-4 mois de lactation (27,8%) comparativement au premier mois (21,4%) et à la fin de lactation (12,5%). Bien que l'analyse statistique ne montre pas de corrélation significative ($p > 0,05$ pour tous les stades), les odds ratios suggèrent une tendance à l'augmentation du risque en milieu de lactation (OR=1,41 [0,27-7,28]) et une diminution en fin de lactation (OR=0,52 [0,04-5,99]).

Cette variation des résultats pourrait s'expliquer par plusieurs mécanismes physiologiques : La charge lactée maximale atteinte généralement entre 2 et 4 mois de lactation ce qui pourrait engendrer un stress métabolique important, l'adaptation et l'installation progressive des mécanismes de défenses mammaires au cours de la lactation, ce qui rend la possibilité de la réduction de l'exposition aux agents pathogènes. En fin de lactation plus de cinq mois la prévalence des mammites subclinique est faible peut être due à la faible production de la mamelle ce qui rend l'exposition aux infections plus réduite.

Ces observations corroborent les travaux de Geresu et al. (2021) et Mohamed et al. (2024), bien que les différences ne soient pas statistiquement significatives dans notre étude, probablement en raison de la taille limitée de l'échantillon ($n=40$) et

particulièrement du faible effectif en fin de lactation (n=8). Les larges intervalles de confiance observés (IC95%) soulignent cette limitation méthodologique.

D'un point de vue pratique, ces résultats suggèrent néanmoins l'importance : d'une surveillance particulière durant le pic de production laitière, de l'adaptation des rations alimentaires pour soutenir l'immunité, de la mise en place de protocoles de traite différenciés selon le stade de lactation .

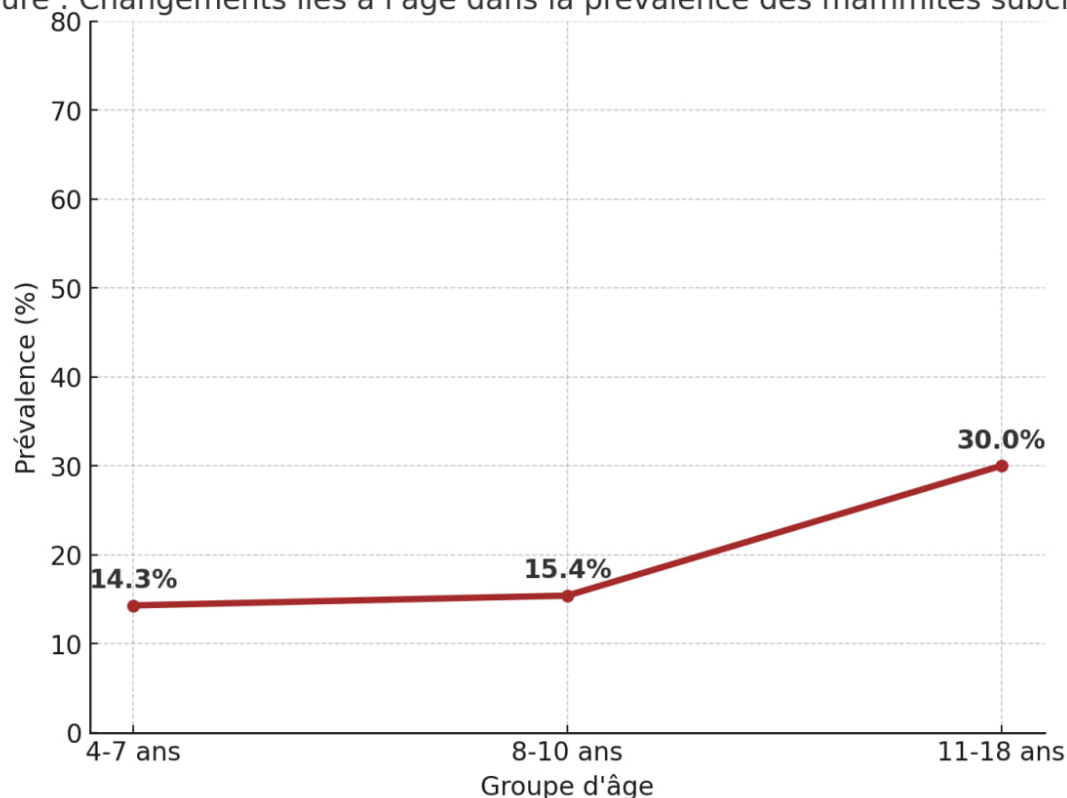
2.2. Âge des chèvres

Tableau 9 : Corrélation entre la survenue de mammites subcliniques et les groupes d'âge chez les chèvres laitières

Groupe d'âge	Positifs	Négatifs	Total	Prévalence (%)	OR [IC 95%]	χ^2	p-value
4-7 ans	1	6	7	14,3	1,00 [Réf]	-	-
8-10 ans	2	11	13	15,4	0,50 [0,03-9,32]	0,25	0,615
11-18 ans	6	14	20	30,0	3,23 [0,33-31,2]	1,71	0,191
Total	9	31	40	22,5			

L'analyse des données du **tableau 09** met en évidence une variation notable de la prévalence des mammites subcliniques en fonction de l'âge des chèvres laitières. La tranche d'âge des 11 à 18 ans présente la prévalence la plus élevée (30 %), suivie des groupes de 8 à 10 ans (15,4 %) et de 4 à 7 ans (14,3 %). Bien que cette répartition suggère une augmentation progressive de la prévalence avec l'âge, le test du chi carré n'a pas permis de démontrer une association statistiquement significative entre l'âge et la survenue des mammites subcliniques ($p > 0,05$). L'odds ratio estimé pour les chèvres âgées de 11 à 18 ans (OR = 3,23 ; IC 95 % : 0,33–31,2) suggère une tendance vers un risque accru comparativement au groupe de référence (4 à 7 ans), mais l'amplitude de l'intervalle de confiance indique une forte variabilité de cette estimation. Ces résultats doivent donc être interprétés avec prudence, notamment en raison de la taille limitée de l'échantillon (n = 40).

Figure : Changements liés à l'âge dans la prévalence des mammites subcliniques

**Figure 25 :** Modifications liées à l'âge dans la prévalence des mammites subcliniques.

Par ailleurs, les données illustrées dans la **figure 25** confirment cette tendance à l'augmentation de la prévalence avec l'âge. Les chamelles les plus âgées (11 à 18 ans) enregistrent la prévalence la plus élevée (30 %), contre 15,4 % pour les 8 à 10 ans et 14,3 % pour les 4 à 7 ans. Cette évolution pourrait être attribuée à plusieurs facteurs, notamment une exposition cumulative aux agents pathogènes au fil des lactations, une altération progressive des mécanismes immunitaires liée au vieillissement, ainsi que des changements structurels des tissus mammaires. Ces observations sont en accord avec les résultats de Anes et al. (2023), qui ont rapporté une sensibilité maximale (75 %) chez les animaux âgés de 16 à 25 ans, suivis du groupe des 8 à 16 ans. Bien que la majorité des échantillons analysés ($n = 39$) provienne de femelles de moins de 8 ans, cette catégorie présente une prévalence significativement plus faible (15 %) comparée aux autres tranches d'âge. Le test du chi carré a d'ailleurs mis en évidence une association statistiquement significative entre l'âge et la survenue des mammites subcliniques ($p < 0,05$), soulignant le rôle déterminant de ce facteur dans la susceptibilité à l'infection.

2.3. Parité

Tableau 10 . Association entre la survenue de mammites et la parité chez les chèvres laitières

Parité	Positifs	Négatifs	Total	Prévalence (%)	OR [IC 95%]	χ^2	p-value
Primipares	0	3	3	0,0	1,00 [Réf]	-	-
Multipares	9	28	37	24,3	ND*	0,34	0,558
Total	9	31	40	22,5			

*ND : Non déterminable (division par zéro dans le calcul de l'OR)

Les résultats présentés dans le **Tableau 10** indiquent une prévalence globale de mammites subcliniques de 22,5 % (9 cas sur 40 chèvres examinées). Aucun cas n'a été enregistré chez les primipares (0/3), tandis que les multipares affichaient une prévalence de 24,3 % (9/37). Bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative ($p = 0,558$), la tendance observée rejoint les conclusions de plusieurs travaux antérieurs.

Ainsi, Mohamed et al. (2024) ont rapporté en Somalie une prévalence significativement plus élevée chez les multipares (27 %) comparée aux primipares (7,3 %), avec un odds ratio de 2,78, indiquant un risque accru avec l'augmentation du nombre de lactations. De même, l'étude d'Alebie et al. (2021) en Éthiopie a révélé une prévalence de 50 % chez les primipares contre 77,6 % chez les chèvres ayant eu trois lactations ou plus, traduisant une augmentation progressive de la susceptibilité avec la parité.

Cette corrélation peut s'expliquer par plusieurs mécanismes physiopathologiques. Chez les primipares, les tissus mammaires sont généralement plus intacts, moins exposés aux agents pathogènes et dotés d'une meilleure intégrité immunitaire. En revanche, chez les multipares, on observe une altération progressive des mécanismes de défense : dilatation des canaux trayonnaires, affaiblissement de l'immunité locale, ainsi qu'une fréquence accrue de microtraumatismes et d'infections sous-cliniques non résolues. L'étude de Qamberani et al. (2024) au Pakistan a d'ailleurs mis en évidence une prévalence

maximale à la quatrième lactation (57,9 %), soulignant l'effet cumulatif des cycles de lactation sur la santé mammaire.

Sur le plan pratique, ces résultats plaident en faveur d'une surveillance renforcée des chamelles multipares, incluant un dépistage systématique (par test CMT et examen clinique), ainsi que l'adoption de mesures d'hygiène rigoureuses en période péripartum. Bien que la différence ne soit pas significative dans le présent échantillon, elle s'inscrit dans une tendance épidémiologique cohérente, qui mérite d'être confirmée par des études sur des effectifs plus larges.

Chapitre VI – Conclusion Générale et Perspectives

Conclusion Générale

L'objectif principal de ce travail était de contribuer à la connaissance épidémiologique des mammites subcliniques chez la chamelle laitière dans deux régions représentatives du système semi-extensif algérien, à savoir Djelfa et Médéa. À travers une approche méthodologique basée sur l'observation directe, l'interrogation des éleveurs, et l'application du California Mastitis Test (CMT), il a été possible de dégager une image claire de la situation sanitaire mammaire dans les troupeaux étudiés.

Les résultats obtenus ont mis en évidence une prévalence globale des mammites subcliniques de 22,5 %, avec une répartition inégale entre les quartiers mammaires. Les quartiers postérieurs se sont plus exposés, ce qui pourrait être attribué à un ensemble de facteurs anatomiques (trayons à plusieurs orifices, vascularisation moindre), physiologiques (production laitière plus importante), mais aussi comportementaux et environnementaux (position couchée prolongée, exposition aux contaminants fécaux et urinaires). Bien que certaines variables étudiées telles que la parité, l'âge et le stade de lactation n'aient pas montré de différence statistiquement significative, les tendances observées indiquent une susceptibilité croissante avec l'avancement de la carrière productive.

Par ailleurs, l'étude met en lumière des lacunes importantes en matière d'hygiène de traite et de prévention, ainsi qu'une méconnaissance de la mammite subclinique par les éleveurs. L'usage empirique de certains moyens traditionnels, tels que le *chmel*, s'il est accompagné de

bonnes pratiques sanitaires (nettoyage, séchage), pourrait constituer une mesure de prévention complémentaire, notamment dans des milieux peu mécanisés.

En somme, cette étude confirme que la mammite subclinique constitue une pathologie fréquente, silencieuse, mais évitable dans l'élevage camelin algérien. Elle justifie la mise en place de programmes de dépistage systématique, d'éducation sanitaire, et de modernisation des pratiques d'élevage.

Perspectives

1. Renforcement du dépistage et de la surveillance sanitaire
Généraliser l'usage du CMT et former les éleveurs à son interprétation afin de détecter précocement les infections subcliniques.
2. Approfondissement bactériologique des études
Compléter l'approche épidémiologique par des analyses microbiologiques et antibiogrammes pour identifier les pathogènes majeurs et adapter les traitements.
3. Approche comparative interrégionale
Étendre l'étude à d'autres wilayas représentatives des écosystèmes sahariens et steppiques, en tenant compte des différences de conduite d'élevage, de densité animale et de climat.
4. Valorisation et sécurisation des pratiques traditionnelles
Intégrer les dispositifs traditionnels (comme le *chmel*) dans les protocoles d'hygiène, à condition de formaliser des normes de nettoyage et d'utilisation.
5. Amélioration des conditions d'hébergement et de traite
Promouvoir la conception de logettes ou d'espaces de repos hygiéniques, réduire le contact des trayons avec le sol contaminé, et appliquer systématiquement un antiseptique post-traite, notamment sur les quartiers postérieurs.
6. Élaboration d'une politiques publiques ciblées
pour élaborer des programmes vétérinaires de proximité axés sur la santé mammaire caméline, en collaboration avec les services techniques agricoles et les vétérinaires praticiens.

Références Bibliographiques

1. Abd El-Aziz, M., Kassem, J. M., Assem, F. M., & Abbas, H. M. (2022). Physicochemical properties and health benefits of camel milk and its applications in dairy products: A review. *Egyptian Journal of Chemistry*, *65*(5), 107–124. <https://doi.org/10.21608/eichem.2021.92589.4383>
2. Adkins P. R. F. and Middleton J. 2018. Methods for diagnosing mastitis. *Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pr.* 34; 479–491.
3. Ahmed, H. A., Abd Elrahim, A. M., Mohran, M. A., Mahmoud, N. E.-H. H., & Hassan, E. A. (2022). Chemical composition and microbiological quality of camel milk. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 53(4), 1-11. <https://doi.org/10.21608/ajas.2022.127560.1116>
4. Alebie, A., Molla, A., Adugna, W., Tesfaye, A., & Ejo, M. (2021). Prevalence, isolation, identification, and risk factors of major bacterial cause of camel subclinical mastitis. *BioMed Research International*, 2021, Article ID 5522331. <https://doi.org/10.1155/2021/5522331>
5. Alhassani, W. E. (2024). Camel milk: Nutritional composition, therapeutic properties, and benefits for human health. *Open Veterinary Journal*, 14(12), 3164–3180. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2024.v14.i12.2>
6. All F, Hussain R, Qayyum A, Gul ST, Iqbal Z and Hassan MF, 2016. Milk somatic cell counts and some hemato-biochemical changes in sub-clinical mastitic dromedary she-camels (*Camelus dromedarius*). *Pak Vet J*, 36(4): 405-408. <https://www.researchgate.net/publication/208852756>
7. Ansari, F., Pourjafar, H., Samakkhab, S. A., & Mirzakhani, E. (2024). An overview of probiotic camel milk as a nutritional beverage: Challenges and perspectives. *Food Science & Nutrition*, 12, 6123–6141. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4298>
8. Arain, M. A., Salman, H. M., Ali, M., Khaskheli, G. B., Barham, G. S., Marghazani, I. B., & Ahmed, S. (2023). A review on camel milk composition, techno-functional properties and processing constraints. *Food Science of Animal Resources*, 43(4), 1–20. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2023.e18>
9. Asfaw, G. M., Abera, S., & Galma, W. (2021). Camel Mastitis: Prevalence, Risk Factors, and Isolation of Major Bacterial Pathogens in Gomole District of Borena Zone, Southern Ethiopia. *Veterinary Medicine International*, 2021, Article ID 9993571, 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/9993571>

10. Atigui, M., Hammadi, M., Barmat, A., Farhat, M., Khorchani, T., Marnet, P.G., 2014b. First description of milk flow traits in Tunisian dairy dromedary camels under intensive farming system. *Journal of Dairy Research* 81, 173-182.
11. Atigui, M., Marnet, P. G., Dhaoui, M., Khorchani, T., & Hammadi, M. (2014). Machine milking ability of dromedary camels: udder morphological traits and milking characteristics. <https://www.researchgate.net/publication/350305634>
12. Barka, I., Akkou, M., Khelef, D., Bentayeb, L., Bouchami, A., Boudrissa, A., Faye, B., & Ait-Oudhia, K. (2023). Prevalence of mastitis in Algerian dromedary camels and antimicrobial resistance of the causative Staphylococci. *Mljekarstvo*, *73*(4), 271-280. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2023.0406>
13. Choudhary, V., Bais, B., Kumar, Y., Goklaney, D., Saran, D., Kanwar, P., Tanwar, A., & Kumar, A. (2024). Comparative Analysis of Physico-Chemical Properties of Buffalo, Camel and Blended (Buffalo 70% : Camel 30%) Milk. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, *31*(1), 77–81. <https://doi.org/10.5958/2277-8934.2024.00013.4>
14. Damian A., A. Socaciu, I. Chirilean, F. Stan, Al. Guidea, M. Crisan, C. Dezdrobit, F. Tuns, A.L. Pop and A.R. Ayman, 2009: Anatomical Studies Regarding the Arterial Vascular System of Mammary Gland in Camel, Cow and Mare. *Bulletin UASVM, Veterinary Medicine* 66 (1). ISSN 1843-5270
15. Dikhanbayeva, F., Zhaxybayeva, E., Smailova, Z., Issimov, A., Dimitrov, Z., Kapysheva, U., & Bansal, N. (2021). The effect of camel milk curd masses on rats blood serum biochemical parameters: Preliminary study. *PLOS ONE*, 16(9), e0256661. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256661>
16. Djeddi, K., Houssou, H., Rabah, S., Ouchtati, D., Djeddoubenabid, A., Abdellatif, M., & Khenenou, T. (2024). Review on Subclinical Mastitis in Dairy Camels. *Journal of Applied Veterinary Sciences*, *9*(3), 50–63. <https://doi.org/10.21608/javs.2024.287387.1334>
17. Eisa M.O., 2012. Udder Conformation and Milkability of She-Camel (*Camelus dromedarius*) in El-Showak, Eastern Sudan. Published by Lambert Academic Publishing (LAP), Germany. 90 p.
18. Elrofaei, N. A., & Elrofai, A. S. (2023). Study on chemical composition properties of raw camel's milk produced in Khartoum State, Sudan. *Omdurman Islamic University Journal*, *19*(1), 258–265. <https://doi.org/10.52981/oiuj.v19i1.2954>

19. Farah, A. A., Said, S. A., & Farah, A. J. (2023). Prevalence of camel mastitis and its associated risk factors in and around Garowe District, Puntland, Somalia. *European Journal of Theoretical and Applied Sciences*, 1(6), 1106-1121. [https://doi.org/10.59324/eitas.2023.1\(6\).107](https://doi.org/10.59324/eitas.2023.1(6).107)
20. Farah, Z., Mollet, M., Younan, M., & Dahir, R. (2019). Mammite cameline: Une revue. CIRAD. <https://camelides.cirad.fr/fr/publications/pdf/farah.pdf>
21. Faye, B. (2015). "Role, distribution and perspective of camel breeding in the third millennium economies." *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(4), 318-327. <https://doi.org/10.9755/eifa.2015-04-082>
22. Faye B., 2020. How many large camelids in the world? A synthetic analysis of the world camel demographic changes. *Pastoralism: Research, Policy and Practice* (2020) <https://doi.org/10.1186/s13570-020-00176->
23. Faye B., Konuspayeva G., Magnan C., 2022. L'élevage des grands camélidés. Versailles, éditions Quæ, 204 p. (coll. Guide pratique)
24. Ferronato JA, Ferronato TC, Schneider M, Pessoa LF, Blagitz MG, Heinemann MB, et al. Diagnosing mastitis in early lactation: use of Somaticell®, California mastitis test and somatic cell count. *Ital J Anim Sci.* (2018) 17:723–9. doi: 10.1080/1828051X.2018.1426394
25. Gauthier-Pilters, H., & Dagg, A. I. (1981). *The Camel: Its Evolution, Ecology, Behavior, and Relationship to Man*. Chicago: University of Chicago Press. 208 pp. ISBN: 978-0226282429.
26. Geresu, M. A., Leliso, S. A., & Liben, G. W. (2021). Camel Mastitis: Prevalence, Risk Factors, and Isolation of Major Bacterial Pathogens in Gomole District of Borena Zone, Southern Ethiopia. *Veterinary Medicine International*, 2021, Article ID 9993571, 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/9993571>
27. Hadeif, L., Aggad, H., Hamad, B., Mahmoud, M. S., & Adaika, A. (2016). Subclinical mastitis in dairy camels in Algeria: Comparison of screening tests. *Acta Agriculturae Slovenica*, 108(2), 85-92. <https://doi.org/10.14720/aas.2016.108.2.01>
28. Hadeif L., Hamad B., Aggad H., 2019. Effect of subclinical mastitis on milk yield and milk composition parameters in dairy camels. *Acta Biologica Szegedensis*, 63(2): 83–90. DOI: 10.14232/abs.2019.2.83-90. <http://abs.bibl.u-szeged.hu/index.php/abs>
29. Hadeif, L., Hamad, B., & Aggad, H. (2022). Risk factors associated with subclinical mastitis and its effect on physico-mineral features of camel milk. *Tropical Animal Health and Production*, 54(224). <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03220-9>

30. Harek, D., Ikhlef, H., Bouhadad, R., Sahel, H., Cherifi, Y. A., Djallout, N., Khelifa Chellhi, S., El Mokhefi, M., Boukhtala, K., Gaouar, S. B. S., & Arbouche, F. (2017). Genetic diversity status of camel's resources (*Camelus dromedarius*. Linnaeus, 1758) in Algeria. *Genetics and Biodiversity Journal*, *1*(1), 43–65. <https://www.researchgate.net/publication/325646259>
31. Jama, M. M., Hussein, H. A., Darod, Z. A., & Ahad, A. A. (2024). Determination of prevalence of subclinical mastitis, characterization of intra-mammary infection-causing bacteria, and antibiotic susceptibility in dairy camels in Jigjiga City, Somali region, Ethiopia. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1398118. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1398118>
32. Juhasz J., Marko O., Nagy P., 2008. Milk production and mastitis in dromedary camels (*Camelus Dromedarius*). Book of Abstracts of the 16th International Conference on Animal Reproduction, Reproduction in Domestic Animals, 2008. 43 (Suppl. 3). 12. (WS06-04).
33. Juhasz J. and Nagy P., 2008. Challenges in the development of a large-scale milking system for dromedary camels. In Proceedings of the WBC / ICAR 2008 Satellite Meeting on Camelid Reproduction (Eds Nagy P, Huszenicza G & Juhasz J) Budapest, Hungary 84–87.
34. Karaman, A. D., Akgül, F. Y., Ögüt, S., Canbay, H. S., & Alvarez, V. (2021). Gross composition of raw camel's milk produced in Turkey. *Food Science and Technology*, *41*(1), 37-48. <https://doi.org/10.1590/fst.59820>
35. Kaskous, S. (2018). Udder morphology and machine milking ability in dromedary camels. *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, 5(2), 84–89. ISSN (Online): 2348–3997.
36. Kebir, N. E., Berber, N., & Zahzeh, M. R. (2024). Anatomical and physiological properties of the dromedary: A potential sustainability alternative and a vital asset in the era of climate change. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 12, e2024031.** <https://doi.org/10.31893/jabb.2024031>.
37. Khalafalla, A.I., Hussein, M.F., 2021a. Infectious Diseases of Dromedary Camels. Springer International Publishing, Cham, Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-79389-0>
38. Khaliq, A., Mishra, A. K., Niroula, A., Baba, W. N., Shaukat, M. N., & Rabbani, A. (2024). An updated comprehensive review of camel milk: Composition, therapeutic properties, and industrial applications. *Food Bioscience*, 62, 105531. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105531>
39. Khosravi-Darani, K., Jahadi, M., Tripathi, A. D., Nandan, A., Paul, V., Chakraborty, A., Verma, T., & Agarwal, A. (2023). Probiotic dairy dessert from camel milk - A review. *Indian Journal of Dairy Science*, *76*(3), 203-215. <https://doi.org/10.33785/IJDS.2023.v76i03.001>

40. Kraimia, M., Adamou, A., Boudjenah-Haroun, S., & Benaissa, M. H. (2024). Factors influencing the physicochemical and mineral composition of camel milk in Eastern Algeria. *Indian Journal of Animal Research*, *31*(1), 17-24. <https://doi.org/10.5958/2277-8934.2024.00003.1>
41. Kulaeva V., 1979. Konevodstvo I koayis port. Konavodetova, 34: 5-9.
42. Mahrous, E., Abd Elhafeez, M. S., Shahein, M. A., Arafa, M., & El Sawy, E. S. (2024). Insights into Bacterial Diversity and Chemical Composition of Milk in She-Camel Mastitis: For Diagnosis and Management. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*. <https://ejvs.journals.ekb.eg/>
43. Mengistu, F., Molla, B., and Ali, A., "Camel mastitis, associated bacterial pathogens and its impact on milk quality in Gewane District, Afar Regional State, Northeastern Ethiopia," *Animal Health and Production*, vol. 58, pp. 249–259, 2010.
44. Mohamed, S. A., Abdi, M. M., Mohamud, A. I., Mohamed, Y. A., Omar, A. A., Barre, A., Chouhan, C. S., & Ehsan, M. A. (2024). Prevalence of mastitis and associated risk factors in lactating camels (*Camelus dromedarius*) on dairy farms in Benadir Region, Somalia. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 14, 111–123. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2024.146008>
45. Moula, N. (2018). Caractérisation de la race ovine algérienne Tazegzawth. *Tropicaltura*, *36*(1), 43-53. <https://www.researchgate.net/publication/32404336>
46. Moula, N. (2023). Camel Breeding in Algeria. *Biology and Life Sciences Forum*, *22*(1), 4. <https://doi.org/10.3390/blsf2023022004>
47. Müller, A., Wernery, U., Kinne, J., Nagy, P., Juhasz, J., De Bont, M., Booth, C., Azmanis, P., & Wittek, T. (2024). Ultrasonographic, endoscopic and radiographic examinations of the dromedary mammary glands and teats. *Tropical Animal Health and Production*, 56(180). <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04009-8>
48. Mwangi, W. E., Gitau, G. K., Ikiror, D., Kimeli, P., Gakuru, M. I., Machuchu, D., & Kingori, W. (2022). The prevalence, antimicrobial sensitivity, and factors associated with camel mastitis in Isiolo County, Kenya. *Veterinary World*, *15*(12), 2962–2970. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2962-2970>
49. Nosier, M.B., 1974. (Histological structure of the mammary glands of the one humped camel (*Camelus dromedarius*). *Indian Journal Animal Science* 43:639-641.
50. Osman, H. I. I., Shulep, E. T. S., & El Zubeir, I. E. M. (2024). Chemical composition of Gariss produced from milk of camels with different watering intervals using some traditional

- containers in Al-Koma Locality, North Darfur State, Sudan. *Journal of Ethnic Foods*, *11*(10). <https://doi.org/10.1186/s42779-023-00217-z>
51. Rasheed, H., Ijaz, M., Ahmed, A., & Ali, M. M. (2025). Molecular epidemiology and antibiotic resistance profiling of *Staphylococcus aureus* isolates from camel mastitis. *Microbial Pathogenesis*, 187, 107435. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2025.107435>
 52. Rizk, H.M.; Khalifa, E.F.; Abdelgalli, A.L. Comparative morphometric overview between the two milk systems of the mammary gland of one humped camel (*Camelus dromedarius*). *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.* 2017, 8, 2417.
 53. Schalm, O.W.; Noorlander, D.O. Experiments and observations leading to development of the California mastitis test. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1957, 130, 199–204.
 54. Schroeder J., 2012. Bovine Mastitis and milking management. North Dakota State University. <https://pdfs.semanticscholar.org/0f01/352780940fcc619ebc2bedc038c5b5f8f7e0.pdf>
 55. Seifu, E. (2022). Recent advances on camel milk: Nutritional and health benefits and processing implications--A review. *AIMS Agriculture and Food*, 7(4), 777–804. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2022048>
 56. Seifu and B. Tafesse, “Prevalence and etiology of mastitis in traditionally managed camels (*Camelus dromedarius*) in selected pastoral areas in eastern Ethiopia,” *Ethiopian Veterinary Journal*, vol. 14, no. 2, pp. 103–114, 2010.
 57. Seligsohn, D., Nyman, A.-K., Younan, M., Sake, W., Persson, Y., Bornstein, S., Maichomo, M., de Verdier, K., Morrell, J. M., & Chenais, E. (2020). Subclinical mastitis in pastoralist dairy camel herds in Isiolo, Kenya: Prevalence, risk factors, and antimicrobial susceptibility. *Journal of Dairy Science*, *103*(5), 4717-4731. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17701>
 58. Senoussi, A. H., Abazi, A., Bedda, H., Bezziou, S., Brahim, Z., Kadri, S., & Latreche, A. (2023). Le camelin en Algérie : occulté par le passé mais projeté sur la prospérité. *Revue des BioRessources*, *13*(2), 81–99.
 59. Seyiti, S., Kelimu, A., & Yusufu, G. (2024). Bactrian camel milk: Chemical composition, bioactivities, processing techniques, and economic potential in China. *Molecules*, 29(19), 4680. <https://doi.org/10.3390/molecules29194680>
 60. Sheet, O. H., Al-Aalim, A. M., Al-Jumaa, Z. M., & Alsanjary, R. A. (2024). Molecular detection of *Escherichia coli* isolated from camel milk in Nineveh governorate. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, *38*(2), 329–333. <https://doi.org/10.33899/ijvs.2023.141222.3106>

61. Siboukeur O., 2007. Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Thèse doctorat Institut National Agronomique El-Harrach-Alger, Algérie, 128 p.
62. Tuteja F.C., Dixit S.K., Patil N.V., Suchitra Sena D., Singh S., 2013. Camel mastitis. A technical bulletin (Indian Council of Agricultural Research, Krishi Bhawan, N. Delhi) National Research Centre on Camel, Jorbcser, Shivbari.
63. Wilson, D. E., & Reeder, D. M. (Eds.). (2005). Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference (3rd ed.). Johns Hopkins University Press.
64. Wilson, R. T. (1984). The Camel. London: Longman Group. 223 pp. ISBN: 978-0582775144.

