

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Hassiba Benbouali de Chlef

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques



THÈSE

Présentée pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Spécialité : Agronomie

Par

KHELILI Ahmed

Thème :

**Diversité des performances zootechniques et économiques des
élevages bovins laitiers de la plaine du Haut Cheliff**

Soutenue le 28/04/2026, devant le jury composé de :

TAHERTI Mourad	Pr	Université Hassiba Benbouali - Chlef	Président
ACHEK Rachid	MCA	Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana	Directeur de thèse
LANCRI Elhassen	MCA	Université Hassiba Benbouali - Chlef	Co-Directeur de thèse
AICHOUNI Ahmed	Pr	Université Ahmed Ben Yahia El-Wancharissi – Tissemsilt	Examineur
ABDELLI Amine	MCA	Université Akli Mohaned Oulhadj - Bouira	Examineur
BEKARA Mohammed El-Amine	MCA	Université Hassiba Benbouali - Chlef	Examineur

Année universitaire : 2025-2026

Sommaire

Dédicace	
Remerciements	
Productions scientifiques	
Résumé	
Abstract	
المخلص	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	
Synthèse bibliographique	
1. État de l'élevage bovin en Algérie	03
1.1. La signification de l'élevage bovin	03
1.2. Evolution des effectifs bovin	04
1.3. Typologie de l'élevage bovin en Algérie	06
1.4. Distribution des bovins sur le territoire algérien	07
1.5. Les systèmes de production bovine	09
1.5.1. Système extensif	09
1.5.2. Système semi intensif	10
1.5.3. Système intensif	11
1.5.4. L'élevage hors sol	12
2. Contrainte d'élevage bovin en Algérie	13
2.1. Contraintes alimentaires et fourragères	13
2.2. Contraintes climatiques et ressources naturelles	14
2.3. Contraintes liées à la politique de l'État	15
2.4. Problèmes sanitaires	17
2.5. Contraintes liées à l'animal	18
3. État actuel de l'industrie laitière en Algérie	20
3.1. Introduction à la filière lait en Algérie	20
3.2. Production laitière en Algérie	20
3.3. Evolution de la production laitière	21
3.4. Collecte du lait	23
4. Stratégies et politiques de développement du secteur laitier en Algérie	25
➤ La promotion de l'investissement à la ferme	26
➤ La promotion de l'insémination artificielle	26
➤ Encouragement de la production de lait	26
➤ Encouragement à l'établissement d'un réseau de collecte	27
➤ Encouragement à l'intégration du lait non pasteurisé dans le processus de transformation industrielle	27
Matériel et Méthodes	
1. Cadre conceptuel et approche méthodologique de l'étude	29
2. Objectif et conception de l'étude	31
3. Présentation de la région d'étude : le haut Cheliff	34
4. Durée et déroulement de l'étude	36
4.1. Récole de données et conduite de l'enquête	36
4.2. Le suivi technique et analytique des 23 exploitations	37
4.2.1. Choix des exploitations	37

4.2.2. Procédures et outils de collecte des données	38
4.2.3. Variables et définition opérationnelles	40
4.2.3.1. Données de l'alimentation et les valeurs nutritives	40
4.2.3.2. Production laitière	41
4.2.3.3. Données de reproduction	43
4.2.3.4. Calcul des différentes charges et du coût de production	43
4.2.3.5. Autonomie alimentaire	44
4.2.3.6. Troubles sanitaires	45
4.3. Investigation des mammites subcliniques et analyse de leur impact sur les performances de production et de reproduction	46
4.3.1. Conception de l'investigation	46
4.3.2. Diagnostic des mammites subcliniques par Californian Mastitis Test (CMT)	47
4.3.3. Collecte des échantillons du lait	49
4.3.4. Analyse microbiologique	50
4.3.5. Identification des espèces bactériennes par spectrométrie de masse MALDI-TOF MS	51
4.3.6. Test de sensibilité aux antimicrobiens	53
4.3.7. Traitement des données et analyse statistique	54
Résultats et Discussion	
Manière de présentation des résultats selon l'approche méthodologique	55
Partie 1 : Situation et typologies d'élevage bovin dans la région de haut Cheliff	56
1. Evolution du cheptel bovin	56
2. Statut juridique des exploitations	57
3. Races des vaches	57
4. Caractéristiques des élevages bovins laitiers dans la région Haut Cheliff	60
4. 1. Statut des éleveurs et système de production	61
4. 2. Activité principale	61
4. 3. Répartition des éleveurs selon l'âge	62
4. 4. Niveau d'éducation des éleveurs	62
4. 5. Ancienneté dans l'activité de l'élevage	63
4. 6. Système de production	64
5. Typologie de l'élevage bovin dans le haut Cheliff	65
Partie 2 : Performances zootechniques et technico-économiques	67
1. Performances zootechniques des exploitations étudiée	67
1.1. Conduite de l'alimentation	67
1.1.1. Potentiel foncier (surfaces agricoles)	67
1.1.2. Pratiques alimentaires	70
1.1.2.1. Rations alimentaires	70
1.1.2.2. Valeurs nutritifs	73
2. Performances économiques	75
2. 1. L'étable et son équipement	75
2.2. La main d'œuvre	76
2.3. Autonomie alimentaire	78
2.3. 1. Autonomie en fourrages et en concentrés	78
2.3. 2. Autonomie en matière sèche totale (UFL et MAT)	79
2. 3. 3. Analyse du coût de production d'un kg de lait	80
Partie 3 : Impact des facteurs sanitaires sur les performances de production	84

1. Les principaux troubles sanitaires des troupeaux laitiers dans le haut Cheliff	84
2. Investigation sur les mammites subcliniques	86
2.1. Prévalence de mammites subcliniques	87
3.2. Prévalence des espèces bactériennes identifiées	88
3.3. Facteurs de risque associés à la mammite subclinique	90
3.4. Effet des mammites subcliniques sur les performances de reproduction et la production laitière	91
3.5. Sensibilité des isolats aux antimicrobiens	93
3.6. Discussion	94
Conclusion et recommandations	103
Références bibliographies	
Annexes	
Articles scientifiques	

Remerciements

Je remercie tout d'abord Dieu le tout puissant, de m'avoir guidé vers la science et le savoir et de m'avoir donné courage et volonté pour achever ce modeste travail.

Je tiens à exprimer le témoignage de toute ma gratitude et mes remerciements :

A Mr ACHEK Rachid

Maître de conférences A à l'université de Khemis-Miliana

Pour m'avoir supervisé et guidé ce travail ;

Pour la rigueur, l'aide, les conseils et les encouragements qu'il m'a prodigués ;

Mon respect et mes chaleureux remerciements

A Mr. YEKHLEF Hassane

Professeur à l'école nationale supérieure d'Agronomie d'Alger

Qui m'a fait l'honneur de contribuer à guidé ce travail

Merci pour sa disponibilité et son écoute.

A Mr LANKRI El-Hassen

Maître de conférences A l'université de Chlef

Pour avoir fait contribuer à superviser ce travail

Mes remerciements et respects

A Mr. TAHERTI Mourad

Professeur à Université Hassiba Ben-Bouali, Chlef.

Qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury d'évaluation de cette thèse.

Merci pour sa disponibilité et son écoute.

A Mr .AICHOUNI Ahmed

Professeur à Université Ahmed Ben Yahia El-Wancharissi, Tissemsilt.

Qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'examiner et d'évaluer ce travail

Mes plus sincères remerciements

A Mr BEKARA Mohammed El Amine

Maître de conférences A à Université Hassiba Ben-Bouali, Chlef.

Pour avoir fait l'honneur d'examiner ce travail

Pour l'intérêt qu'elle a accordé au sujet et pour ses encouragements

Remerciements distingués

A Mr ABDELLI Amine

Maître de conférences A Université de Akli Mohaned Oulhadj, Bouira.

Soit vivement remerciée pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Remerciements et hommages respectueux

A Mr NABI Ibrahim

Maître de conférences A à l'université de Médéa

A lequel des remerciements sur papiers ne suffiront jamais à traduire ma gratitude envers lui, pour son soutien, son aide et ses encouragements continuels durant toutes les années de réalisation de ce travail.

A Mr KARIM Abdelkadir

Maître de conférences B à l'université de Khemis Miliana

A lequel des remerciements chaleureux et reconnaissances pour son soutien et sa contribution durant toutes les années de réalisation de ce travail.

Au Pr. Karsten Becker, Pr. Evgeny A. Idelevich, Dr. Mohammed R. Abdullah,
Et Maysem Al-Baldawi.

A Friedrich Loeffler-Institute of Medical Microbiology, University Medicine Greifswald, Germany.

Pour leur accueil chaleureux, son aide précieux, ses encouragements lors et après mon stage.

Qu'il trouve ici toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude.

Merci à son équipe de laboratoire de Microbiologie Médicale.

Au Dr. Hosny Hassan El-Adawy

Pour avoir fait contribuer profondément dans ce travail

Mes remerciements et respects

A toutes celles et ceux qui m'ont soutenues et aidés, de près ou de loin, dans l'élaboration de ce travail.

L'expression de ma reconnaissance

Enfin, ce doctorat n'aurait pu aboutir sans le soutien indéfectible de ma famille et de mes amis. Je leur serai éternellement reconnaissant pour leurs encouragements constants tout au long de mes études supérieures ; il m'est difficile d'imaginer avoir pu les mener à bien sans leur présence et leur appui. Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude aux responsables et vétérinaires des différents services ainsi qu'aux éleveurs de la wilaya Aïn Defla, qui ont généreusement consacré leur temps et leurs efforts, en répondant à mes questions avec sincérité, patience et dévouement, malgré la longueur des entretiens.

Dédicaces

Au nom de Dieu, le Tout-Puissant, le Très Miséricordieux, par la grâce duquel j'ai pu mener à bien ce modeste travail, que je dédie :

À mes chers parents, auxquels aucun mot ne saurait exprimer mon profond respect, mon amour et ma gratitude pour les sacrifices consentis pour mon éducation et mon bien-être.

À ma chère épouse et à mes filles adorées : Assil, Hadil et Nourelhouda.

À mes frères et sœurs.

À mes amis et collègues.

À mon maître, le Dr Belhadia, que Dieu lui fasse miséricorde, l'accueille dans Ses vastes jardins du Paradis et l'élève parmi les plus hauts dignitaires célestes.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

À tous ceux qui ont partagé une partie de mon chemin de vie,

Il m'est malheureusement impossible de vous citer tous, mais que chacun trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Liste des productions scientifiques

1. Articles:

-Ahmed KHELILI, Elhassen LANKRI, Rachid ACHEK, Khedidja BOUDOUR, Mohamed Abdllilah BELHADIA, Hassan IKHLEF. Productive and reproductive performances of dairy cows introduced in Algeria: case of the Upper Cheliff plain. *Afr.J.Bio.Sc.*7(3)(2025). <https://doi.org/10.48047/AFJBS.7.3.2025.372-387>.

-Khelili, A., Achek, R., Abdullah, M. R., Karim, A., Nabi, I., Moawad, A. A., Lankri, E.-H., Idelevich, E. A., & Becker, K. (2025). Characterization and Antimicrobial Resistance of Bacteria Causing Subclinical Mastitis in Dairy Cows in the Upper Cheliff Region, Northern Algeria. *Antibiotics*, 14(12), 1190. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14121190>.

2. Communications Internationales :

-A. Khelili, M. R. Abdullah, A. Karim, E. A. Idelevich, I. Nabi, L. El-Hassan, K. Becker, R. Achek. Subclinical mastitis in dairy cows in the Upper CheliffRegion, northern Algeria: prevalence, associated risk factors and antimicrobial resistance of causative agents. 77th Annual Meeting of the German Society for Hygiene and Microbiology (DGHM), Jena, Germany, 22–24 September 2025. www.dghm-kongress.de

3. Communications nationales :

-Khelili Ahmed, Belhadia Mohamed Abdllilah. Effet des contraintes environnementales sur les performances des vaches laitières introduites dans les plaines du Cheliff, Algérie. La spécialisation régionale dans la production agricole et la valorisation des produits alimentaires locaux comme stratégie de promotion des exportations alimentaires et de réalisation de la sécurité alimentaire durable, le 04 octobre 2023. Laboratoire de recherche et d'études économiques euro-méditerranéen. Université Hassiba Benbouali, Chelf.

Résumé

Le lait est une source essentielle de protéines animales et un pilier de la sécurité alimentaire. En Algérie, la production nationale ne suffit pas à couvrir la demande croissante de la population, entraînant une forte dépendance aux importations de poudre de lait, mobilisant des ressources financières considérables. Cette situation est exacerbée par des contraintes structurelles, technico-économiques et sanitaires qui limitent les performances des élevages. La région du Haut-Cheliff constitue l'un des principaux bassins stratégiques du pays ; elle offre ainsi un cadre d'étude pertinent et représentatif de la situation nationale en matière de production laitière. Cette étude a pour objectifs d'analyser le fonctionnement et les performances (zootechniques, économiques et sanitaires) des élevages bovins dans la région du Haut-Cheliff et d'identifier les facteurs influençant leurs performances de production. La méthodologie repose sur une approche multidimensionnelle : une typologie établie sur 2 547 exploitations, complétée par un suivi approfondi de 23 fermes pilotes (263 vaches). L'accent a été mis sur l'autonomie alimentaire, la rentabilité et l'état sanitaire, avec une investigation spécifique des mammites subcliniques (dépistage par CMT, identification des bactéries responsables par MALDI-TOF MS et antibiogrammes). Les résultats mettent en évidence une forte instabilité du secteur, marquée par une décapitalisation du cheptel durant la dernière décennie. Les exploitations, majoritairement privées et de petite taille, souffrent d'une faible spécialisation. L'analyse économique révèle une dépendance critique aux concentrés (jusqu'à 90 % des charges) ; le coût de production moyen s'élève à 68,6 DA/kg, rendant la rentabilité tributaire des subventions étatiques. Sur le plan sanitaire, les mammites subcliniques présentent une prévalence alarmante de 58,9 %. Elles impactent lourdement la productivité (perte moyenne de 4,1 kg de lait/jour/vache, soit 26,3 %) et dégradent les performances reproductives. Bien que la résistance aux antimicrobiens reste globalement modérée, des taux préoccupants sont observés chez les staphylocoques non-aureus à la méthicilline (22,2%), à la fosfomycine (37,8%), à la tétracycline (31,1%) et à l'érythromycine (15,5%). En conclusion, cette étude offre un aperçu de la situation et des typologies de l'élevage bovin dans la région du Haut-Cheliff. Elle met en évidence le rôle central des contraintes alimentaires et sanitaires, en particulier des mammites subcliniques, dans la limitation des performances de production. L'amélioration de la filière dans le Haut Cheliff repose sur trois leviers majeurs : le renforcement de l'autonomie fourragère, la maîtrise des coûts alimentaires et un encadrement sanitaire rigoureux pour garantir la durabilité des systèmes d'élevage.

Mots-clés : Elevage bovin, production laitière, performances zootechniques, autonomie alimentaire, mammites subcliniques, antibiorésistance, Haut-Cheliff, MALDI TOF MS.

Abstract

Milk serves as a primary source of animal protein and a strategic pillar of the Algerian agricultural system. However, domestic production currently fails to meet rising demand, necessitating a heavy reliance on imported milk powder. This study investigates the zootechnical, techno-economic, and sanitary performance of dairy cattle farms in the Upper Cheliff region, a key national dairy basin. Utilizing a multi-dimensional approach—including field surveys of 2,547 holdings and longitudinal monitoring of 23 representative farms (263 cows)—the study established farm typologies and analyzed feeding, reproduction, and health status. Furthermore, the research assessed key factors influencing productive and reproductive performance, with a specific focus on the prevalence and impact of subclinical mastitis. Diagnostic methods included the California Mastitis Test (CMT), bacterial identification via MALDI-TOF MS, and antimicrobial susceptibility testing. Results reveal that dairy sector in the area of study characterized by small-scale, non-specialized farms facing significant instability. Economically, a critical lack of forage autonomy was observed; milk production is highly dependent on concentrate feeds, which account for up to 90% of total costs. Consequently, the average production cost (68.6 DZD/kg) renders farm profitability heavily dependent on public subsidies. Investigation of health status of cows identified subclinical mastitis in 58.9% of the population, primarily caused by Enterococci, non-*aureus* staphylococci (NAS), and *Staphylococcus aureus*. This condition caused a 26.3% decrease in daily milk yield (4.1 kg/cow) and significantly impaired reproductive performance. While antimicrobial resistance is generally low, notable resistance in NAS to methicillin (22.2%) and fosfomycin (37.8%) was detected. This study provides a comprehensive assessment of dairy cattle typologies in the Upper Cheliff region. It underscores how critical nutritional and health constraints impede the productive and reproductive potential of dairy systems. The sustainability of the Upper Cheliff dairy sector requires a dual strategy: strengthening forage autonomy to reduce costs and implementing rigorous health management to mitigate mastitis-related productivity losses.

Keywords: Dairy cattle, Milk production, Zootechnical performance, Forage autonomy, Subclinical mastitis, Antimicrobial resistance, Upper Cheliff, MALDI-TOF MS.

المخلص

يعد الحليب مصدراً أساسياً للبروتينات الحيوانية وركيزة للأمن الغذائي. وفي الجزائر، لا يزال الإنتاج الوطني غير كافٍ لتلبية الطلب المتزايد للسكان، مما أدى إلى تبعية قوية لواردات مسحوق الحليب واستنزاف موارد مالية ضخمة. تتفاقم هذه الوضعية بسبب قيود هيكلية، تقنية-اقتصادية وصحية تحد من أداء المستثمرات. وتعد منطقة "الشلف الأعلى (Haut-Cheliff)" أحد الأحواض الاستراتيجية الرئيسية لإنتاج الحليب في البلاد، مما يجعلها إطاراً ملائماً وممثلاً للوضع الوطني. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل سير العمل والأداء (الإنتاجي، الاقتصادي والصحي) لتربية الأبقار في هذه المنطقة وتحديد العوامل المؤثرة على مستويات الإنتاج. اعتمدت المنهجية على نهج متعدد الأبعاد: وضع تصنيف لـ 2547 مستثمرة، مدعوماً بمتابعة دقيقة لـ 23 مزرعة نموذجية (تضم 263 بقرة). تم التركيز على الاستقلال الغذائي، الربحية والحالة الصحية، مع استقصاء خاص لالتهاب الضرع الخفي (عن طريق اختبار CMT، وتحديد البكتيريا المسببة بتقنية MALDI-TOF MS واختبار الحساسية للمضادات الحيوية).

تظهر النتائج عدم استقرار كبير في القطاع، تميز بتراجع أعداد القطيع خلال العقد الماضي. كما تعاني المستثمرات، ومعظمها خاصة وصغيرة الحجم، من ضعف في التخصص. ويكشف التحليل الاقتصادي عن تبعية حرجة للأعلاف المركزة (تصل إلى 90% من التكاليف)؛ حيث بلغ متوسط تكلفة إنتاج الحليب 68.6 دج/كغ، مما يجعل الربحية رهينة الدعم الحكومي. أما من الناحية الصحية، فقد سجلت التهابات الضرع الخفية انتشاراً مقلقاً بنسبة 58.9%، مما أثر بشدة على الإنتاجية (خسارة متوسطة قدرها 4.1 كغ من الحليب/يوم/بقرة، أي بنسبة 26.3%) وأدى إلى تدهور الأداء التناسلي. ورغم أن مقاومة المضادات الحيوية تظل معتدلة إجمالاً، فقد سجلت معدلات مثيرة للقلق لدى المكورات العنقودية غير الذهبية تجاه الميثيسيلين (22.2%)، الفوسفومييسين (37.8%)، التتراسيكلين (31.1%) والإريثروميسين (15.5%).

وفي الختام، قدمت هذه الدراسة نظرة شاملة عن واقع وأنماط تربية الأبقار في منطقة الشلف الأعلى. وتبرز الدور المحوري للقيود الغذائية والصحية، لا سيما التهاب الضرع الخفي، في الحد من الأداء الإنتاجي. إن تحسين هذا القطاع يعتمد على ثلاث ركائز أساسية: تعزيز الاستقلال في إنتاج الأعلاف، التحكم في تكاليف التغذية، وتوفير تظهير صحي صارم لضمان استدامة نظم الإنتاج.

الكلمات المفتاحية: تربية الأبقار، إنتاج الحليب، الأداء الحيواني، الاستقلالية الغذائية، التهاب الضرع تحت السريري، مقاومة المضادات الحيوية، الشلف الأعلى، تقنية MALDI-TOF MS.

Liste des abréviations

°C : degré Celsius

AD : Antérieur Droit

PD : Postérieur Droit

AG : Antérieur Gauche

PG : Postérieur Gauche

ANSEJ : Agence Nationale pour le Soutien de L'emploi des Jeunes

BLA: Bovin Laitier Amélioré.

BLL: Bovins Laitier Local.

BLM: Bovin Laitier Moderne

BTS : Bacterial Test Standard

CCLS : Coopérative des Céréales et Légumes Secs

CF: Charges Fixes

CMT: California Mastitis Test

CNAC : Caisse Nationale d'Allocation Chômage

CP : Coût de Production du lait

CT : Charges Totales

CT: charges totales

CV : Charges Variables

DA : Dinar Algérien

DL : Durée de lactation

DML : Durée Moyenne de Lactation

DSA: Direction des Services Agricoles.

DT : transfert direct

eDT : Transfert Direct étendu

EAC : Exploitation Agricole Collective.

EAI : Exploitation Agricole Individuelle.

FAO: Food and Agricultural Organization

FAOSTAT: Food and Agricultural Organization Statistiques

FNDA : Fonds National de Développement Agricole

FNDIA : Fonds National de Développement de l'Investissement Agricole

FNRDA :Fonds National de Régulation et de Développement Agricole

FNRPA : Fonds National de Régulation de la Production Agricole

ha : hectare

I : intermédiaire

IA1-IAf: Intervalle entre la première Insémination et l'Insémination Fécondante.

IC : Indice Coïtal

INRA: Institut National de Recherche Agronomique.

IV-IA1 : Intervalle vêlage - insémination première.

IV-IAf : Intervalle vêlage – insémination fécondante.

IV-V : Intervalle vêlage-vêlage.

IV-C : Intervalle Vêlage–Conception

J : Jours.

G/IA1 : taux de gestation à la première insémination

kg : kilogramme

g : gramme

MADR: Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

MAT: Matières azotées totales.

MC : Mammite Clinique

MS : Matière sèche.

MSC : Mammite subclinique

MT : Moyenne Technique.

n : nombre.

NP: Niveau de Production de lait

ONIL : l'Office National Interprofessionnel du Lait

ONS : Office National des Statistiques

PDI : Protéines digestible dan l'intestin.

PDIN : Protéines digestible dan l'intestin azoté

PDIE : Protéines digestible dan l'intestin énergie

UFL : Unité Fourragère Lait

L : litre

€ : Euro

CC : Concentrés

PE : Extraction Protéique

PL : Production laitière.

PNDA : Plan National de Développement Agricole.

R : résistant

S : sensible

SAT : Superficie Agricole Totale

SAU : Surface Agricole Utile

SCN : Staphylocoques à Coagulase Négative

SF : Surface Fourragère

SFI : Surface Fourragère Irriguée

TRIA1: Taux de réussite à la première insémination.

UGB : Unité gros bétail

VSP: valeur des sous-produits

VL: Vaches Laitières

Liste des Tableaux

L'intitulé	Page
Tableau 01 : Evolution du troupeau bovin en Algérie de 2006 à 2021 (MADR 2022 ; ONS 2022)	05
Tableau 02. Les spécificités des divers systèmes d'élevage bovins en Algérie.	12
Tableau 03 : Evolution de la production nationale de lait entre 2000 à 2020.	22
Tableau 04 : Evolution du taux de collecte du lait cru (2006 à 2020)	24
Tableau 05 : Distribution des primes en fonction du programme de soutien à l'agriculture (Mamine et al., 2021).	
Tableau 06 : Relation entre les scores CMT et le nombre des cellules somatiques dans le lait (George et al., 2008).	47
Tableau 07 : Evolution d'effectif des cheptels bovins et vaches laitières (2014-2023)	56
Tableau 08 : Répartition du cheptel bovin selon le statut juridique des exploitations	57
Tableau 09 : Caractéristiques des élevages dans la région d'étude	60
Tableau 10 : Composante humaine des fermes	60
Tableau 11 : Classification des exploitations selon la taille de cheptel laitier	65
Tableau 12 : Caractéristiques foncières des exploitations étudiées	68
Tableau 13 : Nature des aliments distribués (kg/vache/jour)	71
Tableau 14 : Apports nutritifs moyens par vache laitière et par jour selon les groupes d'exploitation	74
Tableau 15 : Les différentes charges et coût de production laitière	81
Tableau 16 : Les principaux troubles de santé des vaches laitières suivies	84
Tableau 17 : Prévalence des mammites subcliniques selon le type d'exploitations	87
Tableau 18 : Prévalence des mammites subcliniques au niveau des quartiers	88
Tableau 19 : Répartition des espèces bactériennes isolées à partir des échantillons de lait analysés	89
Tableau 20 : Association entre les facteurs de risque et la mammite subclinique chez les vaches testées	91
Tableau 21 : Impact des mammites subcliniques sur paramètres de reproduction	92
Tableau 22 : Impact de nombre des quartiers infectés sur les performances de reproduction	92
Tableau 23 : Impact des mammites subcliniques sur la production laitière	92
Tableau 24 : Sensibilité aux antimicrobiens des isolats responsables de mammite subclinique	94

Liste des Figures

L'intitulé	Page
Figure 01 : Répartition des effectifs des cheptels par espèce (MADR, 2022)	04
Figure 02 : Evolution de l'effectif du cheptel bovin de 2006 à 2021 (ONS, 2022 ; MADR, 2022).	06
Figure 03 : Répartition géographique des bovins en Algérie (MADR, 2022).	08
Figure 04 : Répartition géographique des bovins en Algérie (MADR 2018).	08
Figure 05 : Évolution de la production nationale du lait cru durant la période 2000-2020 (MADR, 2021).	23
Figure 06 : Evolution du taux de collecte du lait cru (2006 à 2020)	25
Figure 07 : Diagramme de cadre conceptuel et approche méthodologique	30
Figure 08 : Carte géographique de la Wilaya d'Ain Defla (DSA Ain defla, 2022)	34
Figure 09 : Méthodes de contrôle laitier effectuées au cours du suivi,	42
Figure 10 : Technique de réalisation du test CMT (photos personnelles)	48
Figure 11 : Technique de prélèvement aseptique de lait (photos personnelles).	50
Figure 12 : Technique d'Analyse microbiologique (photos personnelles).	51
Figure 13 : Technique d'identification des espèces bactériennes par spectrométrie de masse MALDI-TOF MS (Photos personnelles).	53
Figure 14 : Tests de sensibilité aux antimicrobiens à l'aide du système Vitek 2 (Photos personnelles)	55
Figure 15 : Type et composition raciale du bovin laitier dans la région d'étude	59
Figure 16 : Main d'œuvre des exploitations étudiées	77
Figure 17 : Autonomie alimentaire des exploitations bovines étudiées	79
Figure 18 : Degré d'autonomie en matière sèche totale, UFL et MAT des exploitations	81
Figure 19 : Répartition des maladies dominantes dans les élevages suivis	85

Introduction

Introduction

En Algérie, l'élevage de bovin laitier représente un pilier stratégique des systèmes agricoles et sa production occupe une place essentielle dans le panier alimentaire du citoyen algérien en raison de son apport nutritionnel essentiel des protéines d'origine animales. À l'heure actuelle, on estime que 31,2 % du total du cheptel bovin est constitué de races de vaches laitières importées d'Europe à fort potentiel génétique pour une haute production laitière (la Frisonne Pie Noire et la Holstein) (ONS, 2019 ; MADR, 2020). L'introduction des races importées au sol Algérien a été une stratégie à but de moderniser et améliorer la production laitière (Yakhlef et al., 2002 ; Kharzat, 2006 ; Kheffache et Bedrani, 2012). Du fait, l'hybridation avec des races locales a permis d'améliorer la productivité tout en conservant une certaine adaptation aux conditions climatiques locales. Les bovins laitiers améliorés, bien qu'ayant un potentiel de production de lait supérieur à celui des races locales, restent mieux adaptés à l'environnement algérien (Adamou et al., 2005).

L'Algérie comptait à environ 915 000 vaches laitières dans son cheptel bovin laitier distribuées principalement au nord du pays, où il compte pour 92% du nombre total ; la région Est domine avec 56%, suivi de près par l'Ouest qui représente 21%, tandis que le Centre et le Sud comptent respectivement pour 7% et 16% (MADR, 2018, 2020, 2022). L'élevage privé de type familial est le modèle d'élevage le plus présent, (195 000 exploitations) qui repose souvent sur des pratiques extensives et se caractérise par une faible intensité de production ; l'élevage extensif traditionnel compte près de 40% de la production de lait au niveau national et qui est essentiellement destinée à l'autoconsommation (Nedjraoui, 2001). Alors que, l'élevage industriel, représentant seulement 1% des exploitations (Dlimi-Bouras, 2008; FAOSTAT, 2013).

Les performances de l'élevage bovin laitier sont généralement affectées par diverses contraintes d'ordre structurel, technico-économique et sanitaire, dont l'impact varie selon les contextes agroécologiques et les systèmes de production. L'alimentation constitue l'une des principales contraintes (Merdjane et Yakhlef, 2016). Le déficit fourrager demeure structurel et important, le manque de fourrage était estimé, en 2016, à 7,3 milliards d'unités fourragères (UF), pour un besoin total évalué à 13,3 milliards d'UF, soit un taux de couverture n'excédant pas 45 % (Ladjali et Tayeb Bey, 2016). Par ailleurs, les cultures fourragères sont majoritairement concentrées dans le nord du pays et sont sujettes à de fortes fluctuations interannuelles faute de

contraintes climatiques majeurs fortement dépendante des conditions de pelvimétrie et la sécheresse (Abdelguerfi et al., 2008).

Par influence des composantes de nos élevages laitiers (prédominance de vache importées, & mode d'élevage traditionnel familial), mettent en exerce des contraintes sanitaires majeurs limitant la performance et la durabilité. Les vaches à fort potentiel de production exigent des conditions d'élevage spécifiques, tant en matière de soins vétérinaires que de qualité des infrastructures. Alors que, nos bâtiments d'élevage ne sont pas normalisé et manque de rigueur dans l'application des mesures d'hygiène compromettent directement la santé animale et la productivité des exploitations laitières (Senoussi, 2008).

La région du Haut Cheliff constitue l'un des principaux bassins laitiers du pays, elle offre un cadre d'étude pertinent et représentatif de la situation nationale en matière de production laitière. Elle se caractérise par une intensification et une forte diversification des cultures (céréales, maraîchage, fourrages,) et élevage bovin laitier dominant ainsi une structuration complexe de la filière lait régional intégrant plusieurs acteurs clés (la laiterie Aribis, relevant de GIPLAIT ; la laiterie privée Wanis) et des structures de soutien telles que l'Unité des Aliments du Bétail de Sidi Lakhdar (UAB/Khemis Miliana), la Coopérative des Céréales et Légumes Secs (CCLS), ainsi que les entreprises régionales des industries alimentaires (SIM/Ain Defla et Dahra/Attaf).

La présente thèse s'inscrit dans un contexte problématique de la production laitière en Algérie visant à contribuer à une meilleure compréhension des dynamiques de production laitière à une échelle régionale (région de Haut Cheliff comme cadre à l'étude), et à analyser les différents facteurs déterminants qui influencent le fonctionnement et la performance de cette filière stratégique.

Les objectifs principaux de cette thèse sont organisés en 3 parties :

- 1- Caractériser **les typologies et les systèmes d'élevage bovin laitier** existants dans la zone du Haut Cheliff, pour construire un état des lieux des exploitations laitières locales. Et fixer un échantillon d'explicitation opérationnel pour la partie n°02 de la présente thèse.
- 2- Établir un **suivi technique et analytique**, qui porte sur l'évaluation des performances des élevages retenus ($n=23$) et analyser leurs performances zootechniques et économiques pour **identifier et analyser les contraintes majeures de la production**.
- 3- **Investiguer** la prévalence des **mammites subcliniques** et analyser leur impact sur les performances de production et de reproduction des vaches laitières.

Synthèse
Bibliographique

1. État de l'élevage bovin en Algérie

1.1. La signification de l'élevage bovin

L'élevage des bovins joue un rôle crucial dans les systèmes agricoles traditionnels et contemporains, car il est intimement lié au développement global de l'agriculture. En effet, son évolution dépend directement de celle de la production végétale et des systèmes cultureux (Benabdeli, 1997). Selon Skouri (1993), l'agriculture, l'élevage et les forêts constituent un système intégré et interdépendant. Cette association permet, d'une part, la création d'opportunités d'emploi en milieu rural (Srairi et al., 2007) et, d'autre part, l'amélioration de la fertilité des sols par l'apport de fumure organique d'origine animale, contribuant ainsi à l'augmentation des rendements agricoles (D'Aquinop et al., 1995).

En Algérie, le cheptel reste dominé par l'élevage ovin, qui représente environ 79 % du cheptel national, suivi par les caprins avec 14 %, tandis que les bovins ne constituent que 5,5 % de l'effectif global, dont près de 52 % sont des vaches laitières (Nadjraoui, 2001 ; MADR, 2022 ; ONS, 2022) (Figure 01 et Tableau 01). Cette faible proportion de bovins traduit une orientation traditionnelle du système d'élevage, historiquement centrée sur la production ovine et caprine. De plus, la valeur de l'élevage bovin en Algérie a longtemps résidé principalement dans son utilisation comme force de traction animale, avant d'évoluer progressivement vers une source de viande, de lait et de fumier (Auriol, 1989).

Ainsi, l'élevage de bovins est essentiel au progrès agricole et rural : il garantit la sécurité alimentaire en produisant de la viande et du lait, augmente la productivité des terres grâce à ses résidus organiques, et stimule l'économie locale en générant des emplois et diversifiant les sources de revenus pour les ménages ruraux.

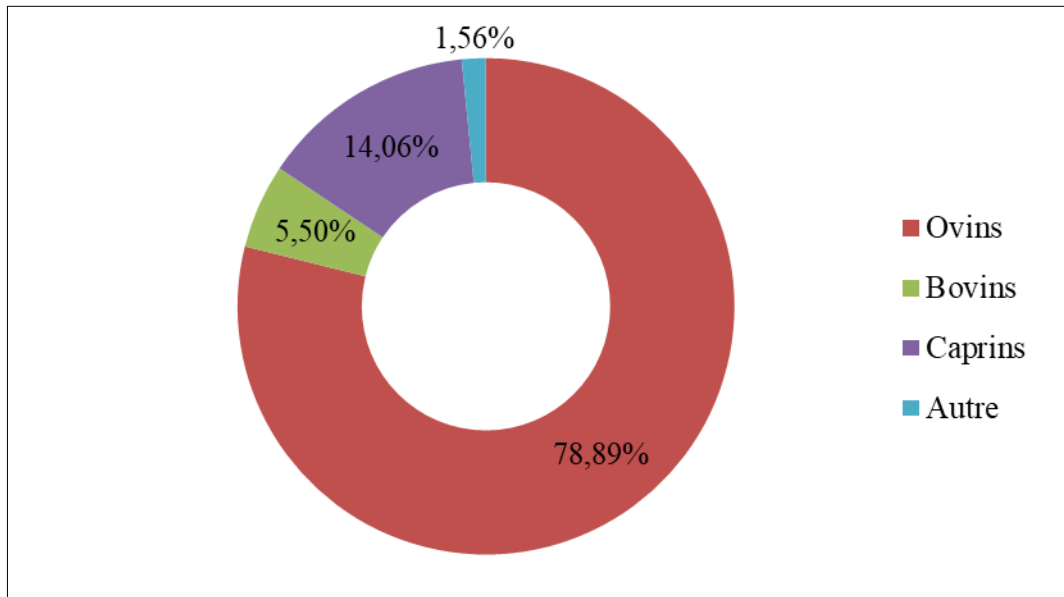


Figure 01 : Répartition des effectifs des cheptels par espèce (MADR, 2022)

1.2. Evolution des effectifs bovins

L'évolution du cheptel bovin national entre 2006 et 2021 présente une dynamique contrastée. Après une phase de croissance soutenue entre 2006 et 2015, où l'effectif total est passé de 1,6 à 2,1 millions de têtes, une tendance à la baisse s'observe à partir de 2016, pour atteindre 1,73 million de têtes en 2021, soit une réduction d'environ 17 % par rapport au pic de 2015 (ONS, 2022 ; MADR, 2022). Cette baisse est principalement due à la hausse des coûts des intrants, aux épisodes fréquents de sécheresse et à la réduction des ressources alimentaires pour le bétail, éléments qui influencent directement la pérennité des exploitations d'élevage.

Tableau 01 : Evolution du troupeau bovin en Algérie de 2006 à 2021 (MADR 2022 ; ONS 2022)

Année	Vaches laitières	Autres bovins	Total	% Vaches laitières
2006	847 640	760 250	1607 890	52,7%
2007	859 970	773 840	1633 810	52,6%
2008	853 523	787 207	1640 730	52,0%
2009	882 282	800 151	1682 433	52,4%
2010	915 400	832 300	1747 700	52,4%
2011	940 690	849 450	1790 140	52,5%
2012	966 097	887 833	1843 930	52,4%
2013	1008 575	900 880	1909 455	52,8%
2014	1051 052	998 600	2049 652	51,3%
2015	1107 000	1000 000	2107 000	52,5%
2016	1000 000	1100 000	2100 000	47,6%
2017	971 633	1200 000	2171 633	44,7%
2018	942 828	873 452	1 816 280	51,9%
2019	927 479	853 112	1 780 591	52,1%
2020	908 412	831 771	1 740 183	52,2%
2021	908 001	824 963	1 732 964	52,4%

En ce qui concerne les vaches laitières, leur population a augmenté de 847 640 têtes en 2006 à 1 107 000 en 2015, ce qui représente une croissance de 30%, avant de diminuer légèrement pour s'établir à 908 001 têtes en 2021 (Figure 2). La proportion des vaches laitières dans le cheptel total reste globalement stable autour de 52 %, à l'exception notable de 2016 (47,6%) et 2017 (44,7%), ce qui pourrait s'expliquer par un abattage sélectif ou un changement d'orientation vers l'élevage d'engraissement (ONS, 2022 ; MADR, 2022).

La structure du secteur bovin laitier algérien demeure fortement dépendante de la disponibilité des ressources fourragères, l'appui gouvernemental et les importations de génisses laitières. Plusieurs études soulignent que la contraction de l'effectif pourrait compromettre les objectifs d'autosuffisance laitière fixés dans le cadre du Plan FELAHA et du Programme National de Développement Agricole (PNDA). Cela met en évidence les efforts établies d'intensifier la production de fourrage, améliorer la génétique et apporter un soutien économique aux éleveurs (ONS, 2022 ; MADR, 2022).

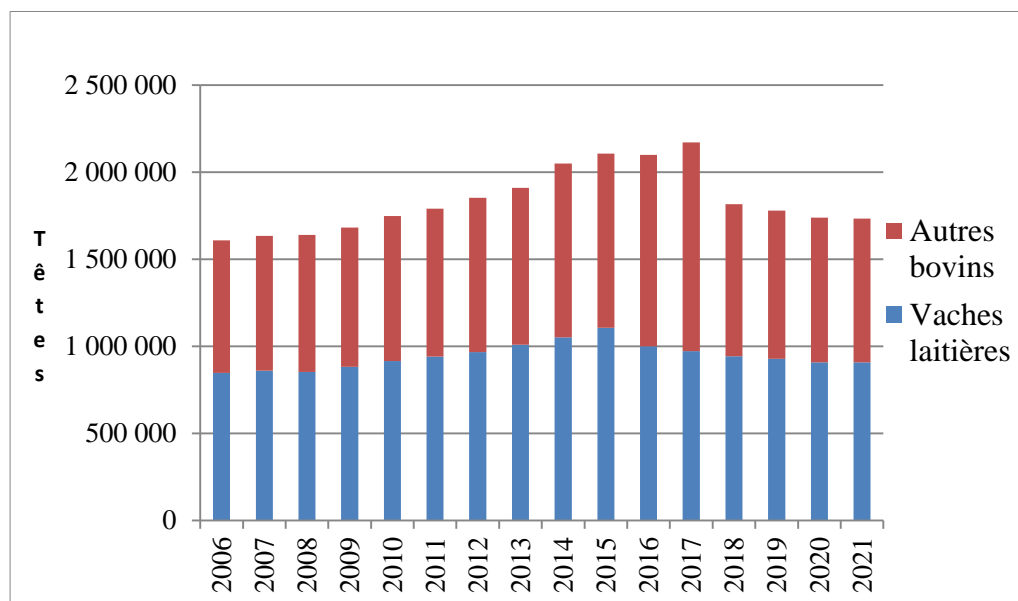


Figure 2 : Evolution de l'effectif du cheptel bovin de 2006 à 2021 (ONS, 2022 ; MADR, 2022).

1.3. Typologie de l'élevage bovin en Algérie

En Algérie, le cheptel de bovins se divise en trois principales catégories, chacune ayant des objectifs de production spécifiques. Les deux catégories, les bovins laitiers modernes (BLM) et les bovins laitiers améliorés (BLA), sont essentiellement orientées vers la production de lait, tandis que la troisième catégorie regroupe les races locales, qui sont adaptées aux conditions climatiques et géographiques du pays (Belhadia et al., 2014).

Les bovins laitiers modernes regroupent des races à forte performance laitière, principalement d'origine européenne (France, Hollande, Allemagne), les principales races de vaches laitières importées incluent la Frisonne Pie Noire et la Holstein, sans oublier les races mixtes telles que la Brune des Alpes, la Montbéliarde et la Tarentaise. Ces races importées d'Europe ont été génétiquement choisies pour leur haut potentiel laitier, et introduites en Algérie dans le but de moderniser et améliorer la production laitière (Yakhlef et al., 2002 ; Kharzat, 2006 ; Kheffache et Bedrani, 2012). Ces races ont progressivement investi l'ensemble des exploitations agricoles du pays, où elles ont pris une place prépondérante dans la filière. À l'heure actuelle, ces races représentent approximativement 31,2 % du total du cheptel bovin à l'échelle nationale (ONS, 2019 ; MADR, 2020).

Les bovins laitiers améliorés (BLA) sont principalement issus de l'hybridation entre des races locales et des races à haute capacité laitière importées. Cette approche permet d'améliorer la productivité tout en conservant une certaine adaptation aux conditions climatiques locales. Les bovins laitiers améliorés, bien qu'ayant un potentiel de production de lait supérieur à celui des races locales, restent mieux adaptés à l'environnement algérien, notamment en termes de résistance aux maladies et de capacité à s'acclimater aux conditions de pâturage variées. Ils représentent une alternative viable pour les éleveurs cherchant à augmenter leur production laitière tout en maintenant un système d'élevage moins intensif que les BLM (Adamou et al., 2005).

Enfin, les races locales comprennent notamment la Brune de l'Atlas, ainsi que d'autres races autochtones comme la Kabylie. Ces bovins sont principalement adaptés à l'élevage extensif, en raison de leur rusticité et de leur capacité à résister aux conditions difficiles, telles que la sécheresse et certaines maladies. Bien que leur rendement laitier soit généralement inférieur à celui des bovins laitiers modernes ou améliorés, leur résilience en fait un atout pour l'élevage dans des environnements moins favorables. L'élevage de ces races locales demeure un élément central de la production bovine en Algérie, particulièrement dans les régions montagneuses et semi-arides, où les conditions sont moins propices à l'élevage intensif (Mouffok, 2007).

D'après Benyoucef (2005), près de 48% du bétail national est constitué de races locales, malgré le fait qu'elles ne contribuent qu'à hauteur de 20 % à la production laitière globale. Cette disparité témoigne de l'importance de ces races dans le maintien de l'élevage bovin, malgré leur faible contribution à la production laitière nationale.

1.4. Distribution des bovins sur le territoire algérien

La distribution des bovins en Algérie selon les données du ministère de l'agriculture est représentée par les Figures 03 et 04 (MADR, 2022, 2018). L'élevage de bovins est principalement situé dans le nord du pays, où il compte pour 92% du nombre total d'animaux. Il domine dans l'Est avec 56%, suivi de près par l'Ouest qui représente 21%, tandis que le Centre et le Sud comptent respectivement pour 7% et 16%.

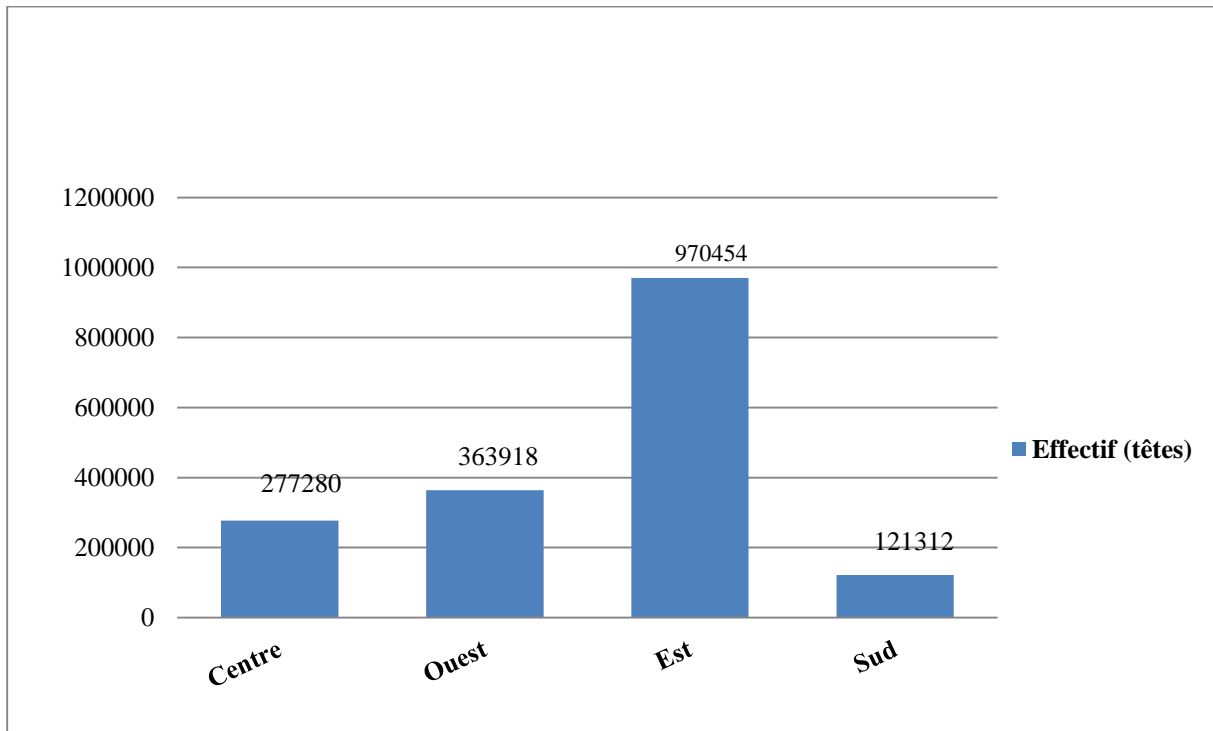


Figure 03 : Répartition géographique des bovins en Algérie (MADR, 2022).

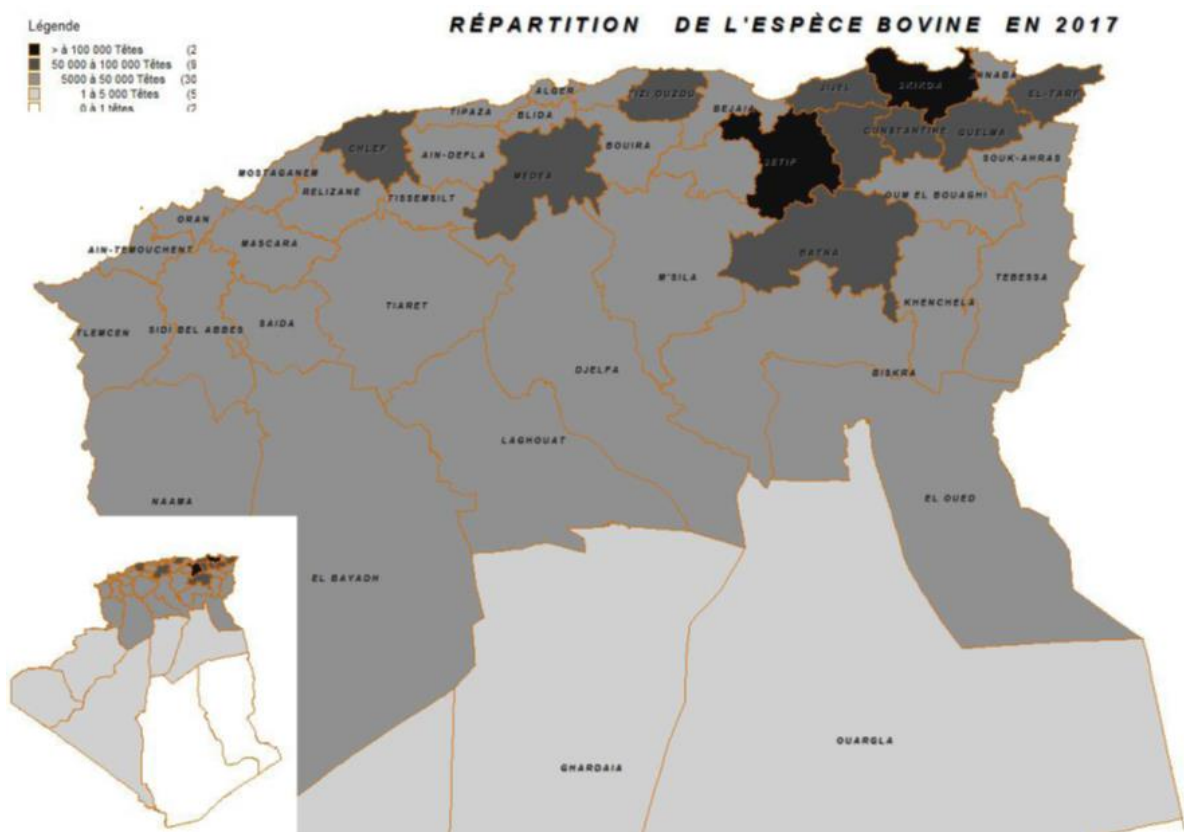


Figure 04 : Répartition géographique des bovins en Algérie (MADR 2018).

1.5 . Les systèmes de production bovine

Selon les données de l'estimation du ministère de l'agriculture, en 2019, l'Algérie comptait à environ 915 000 vaches laitières dans son cheptel bovin laitier (MADR, 2020). Cette population se répartit entre plusieurs types d'élevage, chacun ayant des caractéristiques spécifiques en termes d'organisation et de pratiques de gestion, généralement trois principales catégories d'élevage s'identifie :

L'élevage privé de type familial : ce modèle d'élevage domine fortement, comptant approximativement 195 000 exploitations. Il est marqué par des structures familiales, où 80 % des exploitations possèdent un effectif inférieur à 5 vaches. Ce modèle d'élevage repose souvent sur des pratiques extensives et se caractérise par une faible intensité de production (Dlimi-Bouras, 2008).

L'élevage extensif traditionnel : Ce modèle regroupe environ 13% des exploitations laitières du pays. Il se caractérise par une organisation plus ou moins centralisée, souvent basée sur des systèmes de gestion moins mécanisés et plus dépendants des ressources locales. Il inclut des pratiques anciennes et moins optimisées.

Les exploitations de type moderne : l'élevage industriel, représentant seulement 1% des exploitations, est encore marginal, bien que potentiellement plus intensif et mécanisé. Il est généralement mieux structuré et vise une production laitière plus élevée, avec des méthodes modernes de gestion et de transformation laitière (MADR, 2013 ; FAOSTAT, 2013).

Le cheptel bovin laitier algérien est composé de trois grandes catégories raciales, ce qui conduit à une diversité génétique notable au sein du secteur de l'élevage bovin (Yakhlef, 1989). Cette variété génétique facilite l'identification de trois principaux systèmes de production laitière, chacun ayant des traits uniques en termes de rendement, de gestion et d'adaptabilité aux conditions locales.

1. 5. 1. Système extensif

Le système extensif, souvent considéré comme traditionnel, est principalement pratiqué par des éleveurs disposant de petites surfaces agricoles. Le cheptel dans ce type de système est généralement composé de 10 à 20 vaches laitières. Ce type d'élevage se trouve principalement

dans les zones montagneuses, où le régime alimentaire des animaux repose principalement sur le pâturage naturel (Adamou et al., 2005).

Le système extensif d'élevage bovin a une importance capitale pour l'économie à la fois familiale et nationale (Yakhlef, 1989). Effectivement, il compte près de 40% de la production de lait au niveau national (Nedjraoui, 2001). Toutefois, malgré son rôle crucial dans l'agriculture familiale, ce modèle demeure assez peu productif, ce qui entrave son apport à l'approvisionnement du secteur laitier (Belhadia et al., 2009). La production de lait est essentiellement destinée à l'autoconsommation, en raison de son volume restreint, ce qui la rend cruciale pour l'économie des foyers ruraux.

Ce système d'élevage repose sur un modèle traditionnel de transhumance, qui implique des déplacements saisonniers entre les zones montagneuses et les régions de plaine. Cela se concentre principalement sur les races locales et hybrides, représentant la plus grande partie du bétail national (Feliachi, 2003). Ce modèle d'élevage à grande échelle se concentre principalement sur la production de viande, qui constitue environ 78 % de la production totale du pays (Nedjraoui, 2001).

1 .5. 2. Système semi intensif

Ce mode d'élevage se distingue par une utilisation contrôlée des ressources, en particulier des aliments (foin, paille, concentré) et des produits vétérinaires. Ce système est pratiqué dans des conditions matérielles assez bonnes, où les surfaces agricoles mises en œuvre sont considérables. Le troupeau comporte majoritairement des vaches laitières à forte productivité, bien que le nombre d'individus puisse fluctuer et non stable. Ce système fait référence à des bovins hybrides, qui proviennent du croisement entre races locales et des races importées (Adamou et al., 2005).

Bien que ce système soit principalement orienté vers la production de viande, il génère également une production laitière significative, destinée principalement à l'autoconsommation, avec parfois un surplus destiné à la vente aux riverains. Comparés aux animaux d'origine importée, les animaux de ce système sont souvent jugés médiocres en termes de performance, mais ils valorisent efficacement les sous-produits des cultures ainsi que les espaces non exploités, en complément de l'élevage ovin et caprin. Ces exploitations d'élevage sont souvent de petite taille et sont gérés de manière familiale (Feliachi, 2003).

La majorité de la nourriture est dérivée des pâturages non cultivés, des terrains de parcours et des résidus de récolte (Adamou et al., 2005). L'appui sur les services vétérinaires et l'utilisation de produits vétérinaires sont encore assez peu fréquents dans ce genre d'élevage (Feliachi, 2003).

La production de lait est saisonnière, pouvant monter à 15 litres quotidiens par vache au printemps, mais ne dépasse habituellement pas les 8 litres pendant les périodes de disette. La production annuelle moyenne est d'environ 2 700 litres par vache (Amellal, 1995 ; CNAAnRG, 2003). Cette faible production est en grande partie imputable à un encadrement technique insuffisant (Ghozlane et al., 2003).

1.5.3. Système intensif

L'essor de l'élevage intensif en Algérie fait face à des obstacles liés aux conditions climatiques semi-arides, où l'augmentation de la production dépend fortement de l'alimentation complémentaire (Susmel et al., 1989). En raison de la rareté des fourrages irrigués, l'élevage intensif fait appel à l'usage de prairies naturelles et de terres en jachère pour le pâturage (Ghozlane et al., 2003 ; Sraïri, 2004).

Toutefois, au cours des dernières années, avec l'amélioration des méthodes de culture, les rendements des cultures fourragères ont connu une nette progression, passant de 15 à 31 quintaux par hectare (MADR, 2020). Malgré cette amélioration, la production d'ensilage reste limitée, ne représentant que 5,6% des exploitations. Ce système d'élevage montre clairement une tendance mixte, combinant élevage laitier et viande. Effectivement, la plupart du temps, les jeunes animaux sont gardés pendant deux ans ou même plus, avec un service qui intervient tardivement. Par ailleurs, l'insémination artificielle est encore peu courante et les résultats en termes de production et de reproduction ne sont pas à la hauteur du potentiel du matériel génétique employé.

Dans ce système d'élevage, les exploitations sont de dimension modeste (environ 20 animaux/exploitation), les troupeaux sont pris en charge par des membres de la famille. L'alimentation repose principalement sur l'utilisation de foin et de paille achetés. Ce système gourmand exige une importante provision en aliments, un usage notable de produits vétérinaires et des installations pour l'aménagement des espaces où les animaux sont logés

(Adamou et al., 2005). Selon Yakhlef et al. (2010), ce système représente approximativement 40 % de la production laitière du pays.

1.5. 4. L'élevage hors sol

Bien que minoritaire en termes d'effectif total (Belhadia, 2016), ce type d'élevage est largement répandu autour des grandes villes. Une consommation conséquente de nourritures concentrées, à productivité demeure faible. Le projet de revitalisation de la production laitière locale, orchestré par le Ministère de l'Agriculture, a conduit à marginaliser cette forme d'élevage en établissant des critères pour bénéficier du soutien gouvernemental. Initialement, une superficie agricole minimale de 6 ha et un effectif d'au moins 12 vaches laitières étaient requis. Toutefois, cette contrainte a été assouplie, et il est désormais exigé une surface de 5 ha, qu'elle soit en propriété ou en location, ainsi qu'un troupeau d'au moins 6 vaches laitières pour être éligible aux aides de l'État destinées à l'élevage laitier. Le tableau 02 présente les caractéristiques des divers systèmes d'élevage en Algérie.

Tableau 02. Les spécificités des divers systèmes d'élevage bovins en Algérie.

Système d'élevage	Caractéristiques de l'élevage	Capacité de production	Objectifs établis par l'État
Elevage extensif	Race locale 10 à 20 vaches laitières, pâturage, prairies et régions montagneuses	-Orientation production viande, -Faible rendement laitier	-Vastes étendues, -Préserver le patrimoine génétique local
Elevage Semi-intensif	-Troupeau de petite taille, race laitière croisée et/ou importée, parcours, jachères, résidus de récolte -Complémentation et suivi vétérinaire	-Orientation mixte : viande/lait -Production laitière saisonnière	-Couvrir l'économie familiale de subsistance -Réhabiliter l'élevage traditionnel sur le plan technique et génétique
Elevage intensif	-20 vaches productrices de lait -Intrants achetés sur le marché pour les bovins laitiers importés.	-Axé sur la production de lait à grande échelle.	-Consolider l'industrie laitière.

2. Contraintes d'élevage bovin en Algérie

2.1. Contraintes alimentaires et fourragères

L'alimentation constitue l'une des principales contraintes pesant sur les systèmes d'élevage bovin en Algérie, lesquels demeurent fortement dépendants de la végétation naturelle (Merdjane et Yakhlef, 2016). Cette dépendance est accentuée par l'augmentation continue des coûts des intrants agricoles importés, en particulier des aliments concentrés destinés au bétail, rendant leur utilisation limitée et irrégulière dans les exploitations (Schilling et *al.*, 2012 ; Semara et al., 2018).

Dans ce contexte, l'alimentation des bovins repose majoritairement sur des ressources fourragères de faible valeur nutritionnelle (Sayar et Han, 2014). Celles-ci sont essentiellement constituées de sous-produits agricoles tels que la paille, le son et les chaumes de céréales, complétés par des pâturages naturels et, de manière ponctuelle, par des cultures fourragères annuelles comme l'avoine, la vesce et l'orge (Hervieu et Allaya, 2006). Cette situation s'explique par la place secondaire qu'occupent les cultures fourragères dans les systèmes de production agricole nationaux.

À l'échelle nationale, le déficit fourrager demeure structurel et important. Selon Ladjali et Tayeb Bey (2016), le manque de fourrage était estimé, en 2016, à 7,3 milliards d'unités fourragères (UF), pour un besoin total évalué à 13,3 milliards d'UF, soit un taux de couverture n'excédant pas 45 %. Pourtant, près de 39,5 millions d'hectares sont théoriquement mobilisés pour la production fourragère, incluant les prairies naturelles, les cultures fourragères, les chaumes, les pâturages, les parcours et les jachères (MADR, 2006).

Cependant, l'occupation réelle de la surface agricole utile (SAU) reflète une orientation prioritaire vers les grandes cultures, notamment céréalières. En 2017, plus de la moitié de la SAU nationale était consacrée aux céréales, tandis que la jachère représentait plus d'un tiers de cette surface (37,3 %) (Bessaoud et al., 2019). Le système agraire dominant, fondé sur l'association « jachère–céréales–élevage », dans lequel les céréales et la jachère occupent plus de 80 % de la SAU, limite considérablement l'expansion des cultures fourragères (Nedjraoui, 2001 ; Bessaoud et al., 2019).

Par ailleurs, les cultures fourragères sont majoritairement concentrées dans le nord du pays et reposent essentiellement sur l'association vesce-avoine. Or, le foin issu de cette culture est généralement reconnu pour sa faible qualité nutritive (Abdelguerfi, 1987 ; Abdelguerfi et al., 2008). Bien que cette association occupe entre 70 % et 80 % des surfaces dédiées à l'alimentation annuelle en fourrage sec, cette proportion connaît de fortes fluctuations interannuelles et tend à diminuer jusqu'à environ 50 % (Mebarkia et Abdelguerfi, 2007). Cette faiblesse s'explique en grande partie par le manque de diversité spécifique et variétale, limitant l'adaptation de ces cultures aux différentes conditions agroécologiques du pays.

2.2. Contraintes climatiques et ressources naturelles

En Algérie, les cultures destinées à l'alimentation animale occupent une place marginale au sein des productions végétales, en raison à la fois de la faible superficie qui leur est consacrée et de la diversité limitée des espèces fourragères cultivées. Les principales cultures fourragères se limitent essentiellement à l'orge, à l'association vesce-avoine et à l'avoine, principalement utilisées pour la production de foin. Bien que ces cultures jouent un rôle important dans la constitution des réserves alimentaires, notamment en période hivernale, leur valeur nutritive demeure relativement faible comparativement à celle des légumineuses fourragères (Abdelguerfi et al., 2008).

L'approvisionnement alimentaire du cheptel repose en grande partie sur les ressources naturelles, notamment les terres de parcours, les jachères, les prairies naturelles, les zones steppiques et forestières, auxquelles s'ajoutent les résidus de cultures céréalières tels que les chaumes et les pailles. Ces ressources constituent la base de l'alimentation animale, en particulier dans les zones arides et semi-arides, où la disponibilité en fourrages cultivés reste très limitée et fortement dépendante des conditions climatiques (Abdelguerfi et al., 2008).

Dans ce contexte, le changement climatique exerce une pression croissante sur les ressources naturelles et les performances des animaux d'élevage. Selon Henry et al. (2012), le changement climatique influence de manière significative la productivité animale, affectant la croissance, la production laitière, le potentiel génétique, la disponibilité en eau ainsi que la qualité et la quantité des ressources alimentaires. L'augmentation des températures ambiantes se traduit notamment par une réduction de la taille corporelle des animaux, une diminution du poids de la viande, de la production laitière et de l'épaisseur du tissu adipeux (Inbaraj et al., 2016).

Le secteur de l'élevage figure ainsi parmi les plus vulnérables aux effets du changement climatique. D'après Summer et al. (2019), ces perturbations se traduisent par une baisse de la production laitière, une dégradation de la qualité des prairies et des aliments pour animaux, ainsi qu'une réduction globale de la disponibilité alimentaire pour le bétail. Ces impacts entraînent des pertes économiques significatives pour les éleveurs, contribuant à l'aggravation de la pauvreté en milieu rural et menaçant durablement les moyens de subsistance des communautés agricoles.

Le stress thermique constitue l'un des effets les plus marquants du changement climatique sur la productivité bovine. Il affecte non seulement la quantité, mais aussi la qualité organique et minérale du lait, générant des charges économiques importantes pour les exploitations d'élevage (Summer et al., 2019). Par ailleurs, le stress thermique altère la production laitière et la viande, compromet la santé animale et réduit l'efficacité reproductive (Abdurehman et Ameha, 2018).

L'élévation des températures contribue également à la détérioration du microclimat des élevages, créant des conditions défavorables à une production optimale. Les bovins sont soumis à un stress thermique direct et indirect, qui affecte leurs fonctions physiologiques, leur santé générale et leurs performances reproductives (Nienaber et Hahn, 2007). Cette pression thermique est accentuée par l'augmentation de la fréquence, de l'intensité et de la durée des vagues de chaleur, induisant des perturbations métaboliques et un stress oxydatif chez les animaux (Lacetera, 2019).

Enfin, le changement climatique perturbe profondément les mécanismes de la reproduction bovine. Des températures élevées entraînent une baisse significative des taux de gestation, une altération de la fertilité et une diminution de la production laitière (Wolfenson et Roth, 2019). Chez les vaches laitières, l'exposition prolongée à de fortes températures et à un rayonnement thermique intense affecte négativement la production de lait et les performances reproductives, compromettant ainsi la durabilité des systèmes d'élevage bovin en Algérie (Sheikh et al., 2017).

2.3. Contraintes liées à la politique de l'État

Depuis l'indépendance, les orientations de la politique publique ont exercé une influence déterminante sur le niveau d'organisation et de développement de la filière laitière en Algérie.

Selon Senoussi (2008), plusieurs choix institutionnels et économiques ont contribué à freiner la structuration et la modernisation du secteur. Parmi ces facteurs figurent notamment la marginalisation du secteur privé, le maintien d'un prix du lait artificiellement bas et le faible développement des réseaux de collecte, limitant ainsi l'incitation des producteurs à investir dans l'élevage laitier. Par ailleurs, la politique de subvention des importations, en particulier du lait en poudre, a longtemps favorisé l'approvisionnement extérieur au détriment du développement de la production nationale (Mansour, 2015).

Dans le but d'accroître la production de lait et de réduire la dépendance vis-à-vis des importations, les pouvoirs publics ont mis en œuvre plusieurs programmes de soutien, notamment par l'encouragement à l'installation d'élevages laitiers et l'importation de génisses à haut potentiel génétique. Ces actions visaient à améliorer la productivité du cheptel national. Toutefois, ces programmes n'ont pas permis d'atteindre les résultats escomptés, en raison de multiples contraintes techniques, économiques et organisationnelles, telles que l'insuffisance des ressources alimentaires, le manque de suivi technique et les limites des infrastructures de collecte et de transformation (Ghozlane et al., 2010).

La politique de fixation des prix constitue également une contrainte majeure pour le développement de la filière. En Algérie, la régulation des prix du lait est principalement orientée vers la protection du pouvoir d'achat des consommateurs, souvent au détriment de la rentabilité des producteurs. Cette stratégie de prix bas stimule la demande, notamment dans un contexte de croissance démographique, mais oblige simultanément l'État à recourir massivement aux importations pour satisfaire cette demande croissante (Bourbouze et al., 1989). En conséquence, malgré l'augmentation de la consommation de lait, la filière laitière nationale demeure sous-développée, fortement dépendante de l'extérieur et structurellement vulnérable (Mezani, 2000).

Cette situation est aggravée par l'augmentation continue des coûts de production du lait. Le coût de fabrication d'un litre de lait est passé de 22,4 DA/L en 2000 à 27 DA/L en 2004, pour atteindre 50,78 DA/L en 2006, figurant ainsi parmi les plus élevés au niveau international (Ferrah, 2006 ; Belhadia et al., 2014 ; Bellil et Boukrif, 2015 ; Djermoune et al., 2017). Cette hausse est principalement attribuée à l'augmentation des prix des aliments du bétail et des céréales sur le marché mondial (Djebbarra, 2008). Par ailleurs, les primes et aides publiques à

la production laitière demeurent insuffisantes pour compenser ces coûts élevés et garantir la rentabilité des exploitations (Senoussi, 2008).

Enfin, la baisse des prix du lait en poudre sur le marché international renforce son avantage économique par rapport au lait frais local. Associée au coût élevé de production du lait cru, même subventionné (Makhlouf et Montaigne, 2017), cette situation favorise le recours à la poudre importée et décourage les investissements dans la production nationale. Ce déséquilibre structurel limite durablement l'autonomie de la filière laitière algérienne et compromet son potentiel de développement à long terme.

2.4. Problèmes sanitaires

Les contraintes sanitaires constituent un facteur majeur limitant la performance et la durabilité des élevages bovins, en particulier lorsque ceux-ci reposent sur l'introduction de races bovines exotiques. Ces animaux, souvent sélectionnés pour leur haut potentiel productif, présentent une sensibilité accrue aux maladies et exigent des conditions d'élevage spécifiques, tant en matière de soins vétérinaires que de qualité des infrastructures. En l'absence de systèmes d'élevage adaptés, ces exigences deviennent difficiles à satisfaire, augmentant ainsi les risques sanitaires (Senoussi, 2008).

Selon Senoussi (2008), l'insuffisance des programmes de prévention et le manque de rigueur dans l'application des mesures d'hygiène favorisent l'apparition de diverses affections pathologiques chez les bovins, telles que les mammites, les météorisations, la brucellose ainsi que des troubles de la fertilité. Ces pathologies, souvent liées à des pratiques sanitaires inadéquates, compromettent directement la santé animale et la productivité des troupeaux.

Les problèmes sanitaires affectent de manière significative la rentabilité des exploitations laitières en raison de leur impact direct sur la production et la longévité des vaches. La survenue de maladies infectieuses, métaboliques ou reproductives entraîne généralement une diminution des performances zootechniques. Des affections fréquentes telles que la mammite, la fièvre du lait ou les maladies respiratoires se traduisent par une baisse de la production laitière, une augmentation des coûts liés aux soins vétérinaires et une réduction de la durée de vie productive des animaux (Rollin et al., 2015).

Par ailleurs, lorsque ces affections sont chroniques ou insuffisamment maîtrisées, elles altèrent la fonction reproductive des vaches, allongeant l'intervalle entre les vêlages et réduisant les taux de conception. Une gestion sanitaire déficiente, caractérisée par l'absence de prévention efficace, le retard dans le diagnostic et l'inadéquation des traitements, peut également favoriser la propagation de maladies au sein des troupeaux et conduire à des situations épidémiques (Leblanc, 2008 ; Rollin et al., 2015).

Enfin, une mauvaise gestion sanitaire, associée à des pratiques de prophylaxie inappropriées, accentue ces effets négatifs en augmentant la fréquence des traitements, en dégradant la qualité sanitaire globale du troupeau et en compromettant la valorisation des produits laitiers. L'ensemble de ces contraintes se traduit par une hausse significative des coûts de production et constitue un facteur déterminant de la faible rentabilité des exploitations laitières en Algérie (Boukhechem et al., 2019).

2.5. Contraintes liées à l'animal

Les ressources génétiques bovines locales constituent un élément central des systèmes d'élevage en Algérie. La race locale, en particulier la Brune de l'Atlas, ainsi que ses sous-variétés régionales (Guelmoise, Sétifienne, Chelifienne et Cheurfa), est principalement localisée dans les zones forestières et montagneuses, souvent difficilement accessibles aux races bovines importées (Yakhlef et al., 2002). Selon Belhadia et al. (2014) et Khelili (2012), ces populations sont majoritairement élevées dans des systèmes agropastoraux extensifs, caractérisés par une faible intensification et une forte dépendance aux ressources naturelles.

Dans ce contexte, une amélioration de la production laitière nationale pourrait être envisagée à travers l'optimisation des pratiques d'élevage appliquées à la Brune de l'Atlas, associée à des programmes de sélection génétique ciblés, notamment par croisement avec des races à fort potentiel laitier. Compte tenu d'un effectif estimé à environ 600 000 têtes, une augmentation modérée de la production journalière par vache, sur une durée moyenne de lactation de six mois, permettrait de générer un surplus annuel de l'ordre de 100 millions de litres de lait. Une telle augmentation serait susceptible de couvrir les besoins annuels en lait d'environ un million de personnes, sur la base d'une consommation moyenne de 100 litres par habitant et par an (Mouffok, 2007).

Parallèlement, les troupeaux composés de races exotiques à haut potentiel génétique, telles que la Pie noire, la Pie rouge, la Montbéliarde et la Holstein, n'atteignent généralement pas les niveaux de production escomptés dans les conditions locales. Alors que ces races peuvent produire plus de 8 000 kg de lait par vache et par lactation dans leurs pays d'origine, leurs performances en Algérie dépassent rarement 5 000 kg par cycle de lactation (Mouffok, 2007). Ces animaux, introduits dans le but d'améliorer l'efficacité de la production laitière, se révèlent souvent coûteux à l'acquisition et exigeants en termes d'alimentation, de conduite et de suivi sanitaire.

Cette situation s'explique principalement par leur faible adaptation aux conditions climatiques contraignantes, notamment la chaleur et la variabilité climatique, ainsi qu'aux pratiques d'élevage parfois inappropriées observées dans certaines exploitations. Les performances zootechniques obtenues restent ainsi inférieures aux attentes, en raison d'une analyse insuffisante des facteurs limitant la productivité animale et d'une évaluation incomplète des capacités d'adaptation des races importées aux conditions parfois précaires de l'élevage local (Madani et Mouffok, 2008).

Bien que la production laitière des élevages algériens connaisse une progression annuelle, celle-ci demeure inférieure aux objectifs fixés. Cette situation est en outre aggravée par l'absence quasi généralisée de systèmes de contrôle laitier, ce qui conduit à une évaluation imprécise des performances réelles des exploitations laitières, pourtant très hétérogènes dans leurs structures et leurs pratiques.

Enfin, plusieurs contraintes majeures continuent d'entraver la production laitière en Algérie (Mansour, 2015). Parmi les principales, on peut citer :

- Les aléas climatiques, en particulier la sécheresse ;
- La faiblesse de la production fourragère, reposant sur des ressources à faible rendement et de faible valeur nutritive ;
- Les performances insuffisantes des bovins en matière de production et de reproduction ;
- La persistance de maladies infectieuses telles que la brucellose et la tuberculose, ainsi que d'autres pathologies liées à des conditions d'hygiène et de conduite dégradées (mammites, affections respiratoires, troubles locomoteurs et digestifs) ;
- L'insuffisance des réseaux de collecte de lait à l'échelle locale ;

- La petite taille des exploitations laitières et leur niveau de structuration souvent rudimentaire ;
- La limitation des importations de génisses gestantes, liée aux contraintes financières du pays ;
- Enfin, la dépendance à l'importation de lait en poudre, qui constitue un frein majeur au développement durable de la production laitière nationale.

3. État actuel de l'industrie laitière en Algérie

3.1. Introduction à la filière lait en Algérie

L'Algérie, considérée comme l'un des plus grands acheteurs mondiaux de poudre de lait, n'arrive toujours pas à répondre à ses exigences intérieures sans avoir recours aux importations. Selon Makhoulf et *al.* (2015) et Makhoulf et Montaigne (2017), le pays importe annuellement environ 350 000 tonnes de lait en poudre, dont la moitié est géré par l'Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL). Cette poudre est redistribuée sous forme de quotas subventionnés pour produire du lait pasteurisé conditionné (LPC) en sachet, vendu à un prix réglementé de 25 DA/L, bien en deçà de son coût réel (56 DA/L), générant une subvention d'environ 55 % à la charge du Trésor public (Makhoulf et al., 2015).

La demande pour ce type de lait est favorisée par les traditions alimentaires de la population et son prix abordable grâce aux subventions de l'État. Cependant, la forte croissance démographique a aggravé la situation, entraînant des importations augmentées et considérables (Kacimi El-Hassani, 2013; Srairi et al., 2013). Bien que l'État ait mis en place une politique de subvention pour rendre le lait accessible, de nombreuses industries laitières continuent d'utiliser de la poudre subventionnée pour produire des produits dérivés à forte valeur ajoutée, plutôt que de valoriser le lait cru local, plus coûteux. Cette situation a conduit les autorités à renforcer le contrôle sur l'utilisation de la poudre subventionnée dans le secteur laitier (Makhoulf et al., 2015).

3.2. Production laitière en Algérie

La production de lait représente un domaine clé dans la politique agricole de l'Algérie, en raison de son rôle crucial dans l'approvisionnement en protéines animales face à une

croissance démographique rapide, ainsi que pour son impact en termes de création d'emplois et de richesse (Ouakli et Yakhlef, 2003).

Selon Kacimi El-Hassani (2013), près de 80% de la production laitière est fournie par le bétail bovin. Pour la même période (2015), La production laitière nationale a atteint environ 3.7 milliards de litres, ce qui correspond à une moyenne de 91.6 litres par personne (en tenant compte des 40.4 millions d'habitants en 2015 selon l'ONS).

En dépit des initiatives visant à augmenter la production animale, surtout la production de lait, grâce à l'importation de génisses à fort potentiel productif, ces démarches n'ont pas réussi à satisfaire les exigences nationales. Effectivement, l'Algérie est un grand consommateur de produits laitiers, ce phénomène s'explique par les traditions alimentaires et culinaires, la valeur nutritive du lait, son remplacement des viandes plus coûteuses et le soutien gouvernemental. Ces facteurs ont favorisé la demande, qui reste non satisfaite par l'offre locale. En 2011, la production de lait à l'échelle nationale a grimpé à environ 3 milliards de litres, cela équivaut à une augmentation de 84% par rapport à l'an 2000, l'année où a été lancé le Plan National de Développement Agricole (PNDA).

La consommation du lait a considérablement augmenté, passant de 54 litres par personne par an en 1970 à 112 litres en 1990, puis à 150 litres par personne par an en 2015 (Mansour, 2015 ; Chemma, 2017). Pour comparaison, l'organisation mondiale de la santé (OMS) recommande au niveau international une norme de consommation de 90 litres par personne chaque année.

3.3. Evolution de la production laitière

En 2002, la production de lait a connu une baisse de 6%, s'élevant à $1\,544.10^6$ litres, probablement en raison de facteurs économiques ou sanitaires tels que des sécheresses ou des épidémies animales (Tableau 03). En 2009, une nouvelle baisse de 3% a été enregistrée, portant la production à $2\,185.10^6$ litres, ce qui pourrait refléter des défis persistants dans le secteur, notamment une forte dépendance aux importations de matières premières et des difficultés de production (Kalli et al., 2011).

Tableau 03 : Evolution de la production nationale de lait entre 2000 à 2020.

Année	Production de lait à l'échelle nationale (X10 ⁶ litres)	Taux de progression de la production (%)	Références
2000	1 550	25	Kalli et al. (2011)
2001	1 637	6	
2002	1 544	-6	
2003	1 610	4	
2004	1 915	19	
2005	2 092	9	
2006	2 244	7	
2007	2 244	-3	
2009	2 185	10	
2010	2 394	10	
2011	2 926	1	
2012	3 088	10	
2013	3 368	6	
2014	3 548	9	
2015	3 753	11	
2016	3 597	-11	
2017	3 521	-4,4	
2018	3 279	-6,9	MADR (2021)
2019	3 367	2	
2020	3 405	1	

Depuis 2010, il y a une remontée notable de la production laitière, avec des augmentations de 10% en 2010 et 2011. En 2012, la production atteint 3 088.10⁶ litres, marquant une hausse continue de 10% (Figure 05). Entre 2013 et 2015, la croissance reste forte, variant de 6% à 11%, culminant à 3 753.10⁶ litres en 2015. Cette période de croissance peut être attribuée à l'intensification de la production, à l'amélioration des rendements et à une demande intérieure accrue (Kalli et al., 2018).

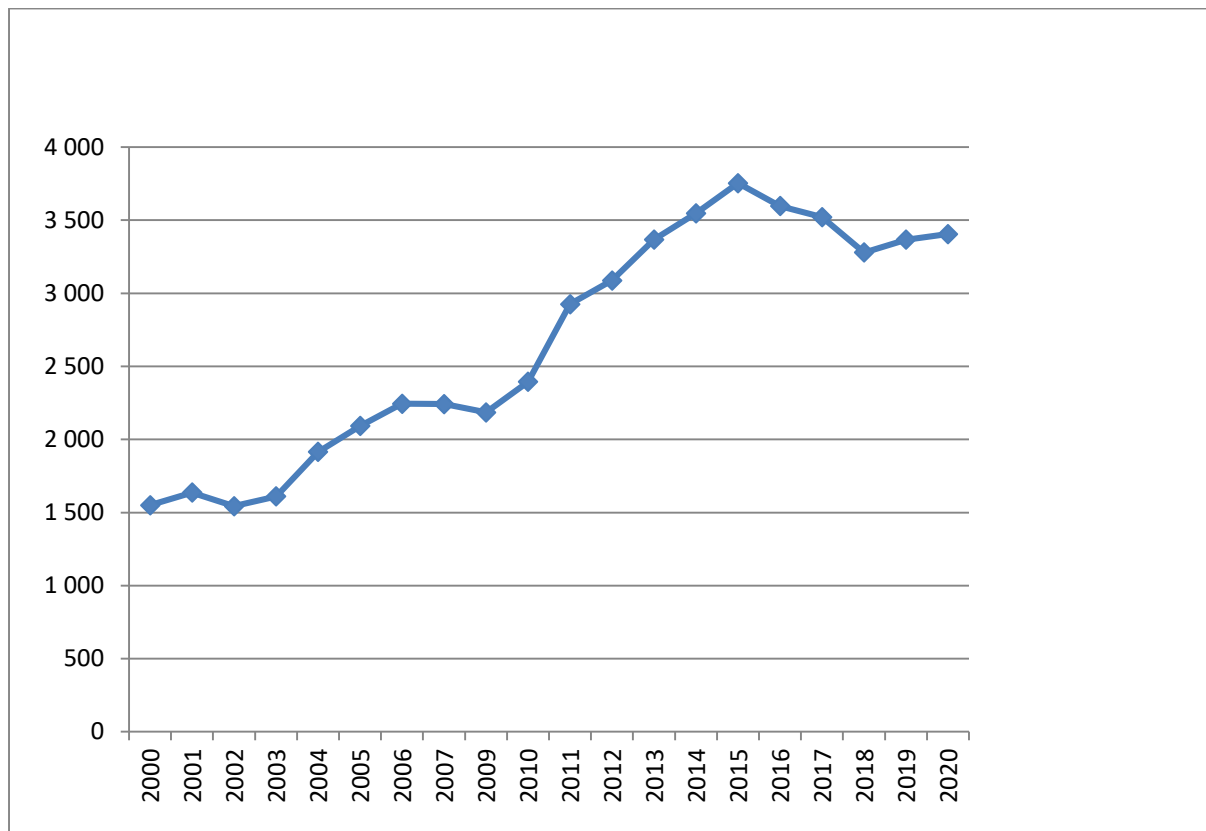


Figure 05 : Évolution de la production nationale du lait cru durant la période 2000-2020 (MADR, 2021).

Après 2015, la production laitière se stabilise, avec une légère baisse en 2016 (3 513.10⁶ litres) par rapport à l'année précédente. En 2018 et 2019, la production baisse encore légèrement, atteignant 3,279 milliards de litres en 2018 et 3,367 milliards de litres en 2019. Cette baisse pourrait être liée à des défis dans l'approvisionnement en matières premières ou à une gestion moins optimale du secteur. En 2020, la production reste stable à 3,405 milliards de litres, indiquant une possible stagnation du secteur laitier en Algérie malgré les efforts d'augmentation de la production nationale (MADR, 2021).

3.4. Collecte du lait

Selon les statistiques du ministère de l'Agriculture, une grande part de la production laitière en Algérie est issue du lait de vache, avec une production atteignant 3,7 milliards de litres en 2015, contre 2,2 milliards en 2008. Parallèlement, il y a eu une augmentation du taux de collecte, passant à 16 % en 2015, comparativement à seulement 10 % en 2010. Toutefois, ce taux demeure assez bas, engendrant une hausse des importations de lait en poudre. D'après une recherche menée par Belhadia et al. (2014), une partie du lait non recueilli est destinée à l'allaitement et à la

consommation familiale, toutefois, un volume considérable est vendu par le biais de circuits informels, qui offrent des prix plus avantageux pour les producteurs. Ces circuits se développent principalement dans les zones urbaines du nord de l'Algérie, qui figure parmi les régions les plus productrices de lait du pays, selon les statistiques du ministère.

En dépit d'un taux de collecte relativement bas, la production totale de lait a enregistré une hausse notable en valeurs absolues, passant de 2,6 milliards de litres en 2010 à 3,7 milliards en 2015. L'essor a été soutenu par la mise en place de nouveaux centres d'élevage dans le cadre des initiatives ANSEJ et CNAC, et par l'inclusion de petits éleveurs qui n'étaient pas certifiés avant 2009. D'après l'ONIL, la quantité de lait collectée a connu une progression ascendante, passant de 276 millions de litres en 2000 à 694 millions en 2005. Cette avancée a été rendue possible grâce à la décision des autorités gouvernementales d'autoriser la collecte de lait en provenance de tous les centres d'élevage identifiés et certifiés (Tableau 04, Figure 06).

En 2021, le volume total de lait produit a atteint 3,29 milliards de litres, tandis que la collecte s'est élevée à 879,6 millions de litres, représentant ainsi un taux de collecte de 26,7 %. L'augmentation du taux de collecte est principalement due aux politiques d'incitation instaurées par l'État, comme les subventions. Afin d'augmenter la collecte, une récompense de 5 DA par litre est accordée aux livreurs, pendant que l'éleveur qui transporte son lait vers l'usine de transformation reçoit une prime de 14 DA pour chaque litre de lait cru qu'il livre. En outre, les transformateurs obtiennent 6 DA pour chaque litre de lait cru qu'ils reçoivent (Chemma, 2017).

Tableau 04 : Evolution du taux de collecte du lait cru (2006 à 2020)

Année	Production laitière nationale (X10⁶ litres)	Quantité du lait Collecté (X10⁶ litres)	Taux de la collecte (%)
2006	2 244	220	9,80
2007	2 244	197	8,78
2009	2 185	218	9,98
2010	2 394	390	16,29
2011	2 926	414	14,15
2012	3 088	536	17,36
2013	3 368	756	22,45
2014	3 548	850	23,96

2015	3 753	945	25,18
2016	3 597	960	26,69
2017	3 521	950	26,98
2018	3 279	845	25,77
2019	3 367	1000	29,70
2020	3 405	1013	29,75

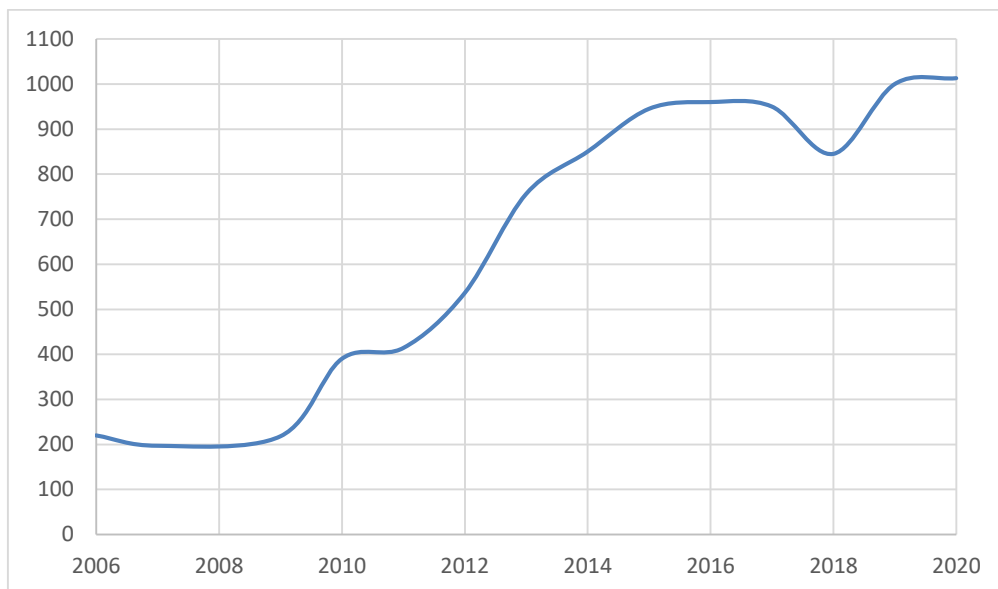


Figure 06 : Evolution du taux de collecte du lait cru (2006 à 2020)

4. Stratégies et politiques de développement du secteur laitier en Algérie

Depuis le début des années 2000, le Plan National de Développement Agricole (PNDA) a fixé des buts ambitieux pour le secteur laitier, ciblant à la fois une augmentation de la production nationale de lait cru et une élévation du volume de lait cru collecter. L'objectif de ce programme était d'améliorer les conditions d'élevage en encourageant les investissements dans la construction de bâtiments pour le bétail, l'automatisation de la traite et la mise en place d'équipements pour conserver le lait cru. Il mettait également l'accent sur l'amélioration de l'alimentation animale, notamment à travers le développement des cultures fourragères, tout en encourageant l'adoption de nouvelles techniques de reproduction (Lazereg et Brabez 2020).

En principe, les politiques destinées à diminuer la dépendance alimentaire s'appuient sur deux types d'outils majeurs : d'un côté, des dispositifs politiques de mise en marché qui organisent directement la filière en contrôlant les intervenants concernés, principalement par le biais de systèmes contractuels. D'autre part, des actions de gestion tarifaire qui structurent indirectement la chaîne de valeur en régulant la répartition de la valeur ajoutée tout au long du processus (Makhlouf et al., 2015). Dans ce cadre, l'établissement de contrats est crucial car il détermine à la fois les participants du marché et les tarifs qui y sont appliqués.

Ce programme repose sur cinq axes principaux :

➤ **La promotion de l'investissement à la ferme**

L'intention est d'encourager les producteurs de lait à revitaliser leurs écuries, optimiser les conditions d'exploitation et promouvoir la production de fourrage, qui est cruciale pour l'expansion de la production laitière. On accorde des aides financières qui varient entre 30 et 50% du total des investissements pour des équipements comme l'abreuvement du bétail, les équipements laitiers, les machines de récolte et les forages destinés à l'irrigation. En outre, une prime de 20% est attribuée pour les investissements collectifs dans l'équipement de récolte.

➤ **La promotion de l'insémination artificielle**

L'objectif du programme est de rendre l'insémination artificielle accessible à tous en prenant en charge la totalité des dépenses, contrairement à auparavant où l'État ne finançait que 75 % de la procédure. Cette initiative souligne l'engagement de l'État à optimiser la génétique du bétail laitier afin de diminuer la dépendance aux importations de génisses et d'accroître la production domestique. On prévoit également la mise en place de structures pour contrôler la santé des troupeaux au sein des directions des services agricoles.

➤ **Encouragement de la production de lait**

Chaque litre de lait produit donne droit à 7 DA d'aide financière pour les éleveurs, tandis que chaque litre transporté vers une unité de transformation leur rapporte 4 DA, ce qui porte la subvention totale à 11 DA, comparativement à 6 DA selon l'ancienne politique. Cette initiative a pour objectif d'encourager les éleveurs à structurer leurs fermes de façon plus

efficente, afin d'optimiser leur production. De plus, des primes de qualité sont distribuées, s'élevant à 0,50 DA par litre de lait pour chaque gramme de matière grasse excédant les 34 grammes/litre.

➤ **Encouragement à l'établissement d'un réseau de collecte**

Le programme soutient l'établissement de petites laiteries dans les régions isolées en proposant une subvention qui couvre 40 % du coût de l'investissement. L'idée est de simplifier la collecte du lait brut et son incorporation dans le processus de transformation industrielle. En cas d'investissement collectif, cette participation s'élève à 60 %.

➤ **Encouragement à l'intégration du lait non pasteurisé dans le processus de transformation industrielle**

Pour encourager les laiteries à incorporer le lait cru dans leur processus de transformation industrielle, une prime de 2 DA par litre leur est attribuée. Selon Kherzat (2007), en matière de consommation, seul le prix du lait pasteurisé en sachet destiné à la grande consommation est toujours sous le contrôle des autorités de l'état. Dans ce contexte, les discussions concernant le prix du lait en 2001 ont entraîné une augmentation du coût du lait en sachet à 25 DA (décret exécutif n° 01-50 du 12 février 2001), suite aux tarifs de 10 DA en 1995 (arrêté du 18 mars 1995) et de 20 DA en 1996 (décret exécutif n° 96-335 du 8 octobre 1996).

L'augmentation du prix du lait en sachet à 25 DA constitue un avantage significatif pour l'industrie locale, car elle incite un certain nombre de consommateurs à privilégier le lait cru, notamment grâce à la qualité estimée des deux produits qui présentent désormais des prix similaires.

Dès le 13 janvier 2009, le Fonds National de Régulation de la Production Agricole (FNRPA) a instauré des incitations financières pour stimuler la productivité des producteurs de lait cru, et réorganisée la prime à la collecte comme suit :

Les producteurs de lait brut provenant des vaches, chèvres, brebis ou chammelles bénéficient d'une incitation de 12 DA par litre pour stimuler l'accroissement de la production laitière et sa distribution vers les unités de transformation.

Synthèse bibliographique

Pour encourager leur participation à la collecte, une prime de 5 DA par litre est accordée aux collecteurs de lait cru.

Les transformateurs sont aussi encouragés, avec des incitations financières variant de 4 à 6 DA, selon la quantité de lait brut incorporée dans le processus de transformation. Ces primes sont expressément conçues pour les transformateurs qui produisent du lait pasteurisé.

Tableau 05 : Distribution des primes en fonction du programme de soutien à l'agriculture (Mamine et al., 2021).

Année	Programme de soutien agricole	Prime (DA/L)		
		Production	Collecte	Transformation
1995	Le FNDA mène un programme de réhabilitation pour la production de lait cru.	2	4	0
2000	Programme national de développement agricole (PNDA), qui a vu la création du Fonds national de régulation et développement agricole [FNRDA], devenu par la suite FNRPA.	7	4	-
2009	Renouveau agricole et rural (RAR)	12	5	2 à 4
Depuis 2015	Fonds national pour le développement de l'investissement agricole (FNDIA)	14	-	2 à 6

*Matériel et
Méthodes*

1. Cadre conceptuel et approche méthodologique de l'étude

La présente thèse s'inscrit dans un contexte problématique de la production laitière en Algérie. Ce contexte est marqué par des difficultés structurelles des élevages laitiers et se caractérise par une faiblesse notable des performances, tant en terme de rendement animal que de quantité de lait produite ; ce qui empêche le pays à atteindre l'autosuffisance et l'oblige à recourir massivement à l'importation de lait et de produits dérivés. Dans cette perspective, la présente étude vise à contribuer à une meilleure compréhension des dynamiques de production laitière à une échelle régionale (région de Haut Cheliff comme cadre à l'étude), et à analyser les différents facteurs déterminants qui influencent le fonctionnement et la performance de cette filière stratégique.

L'approche méthodologique adoptée dans cette étude est structurée en trois (3) parties interconnectées selon une logique séquentielle et propédeutique. Les conclusions issues de chaque partie constituent les fondations analytiques et conceptuelles pour la partie suivante, assurant ainsi une cohérence interne et une continuité méthodologique à l'ensemble du travail.

1. La première partie «**l'enquête**», porte sur l'étude des **typologies et des systèmes d'élevage bovin laitier** existants dans la zone du Haut Cheliff, en intégrant les spécificités structurelles, techniques et organisationnelles des exploitations. Il a pour objectif d'établir un état des lieux des exploitations laitières locales en collectant des données quantitatives et qualitatives relatives aux pratiques et structures d'élevage, les ressources mobilisées, ainsi que les modes de gestion. Les outputs de cette partie ont permis de construire une liste d'éleveurs/exploitations défini comme un échantillon opérationnel pour la partie n°02 de la présente thèse.

2. La deuxième partie «**le suivi technique et analytique**», porte sur l'évaluation des potentialités et des performances des exploitations retenus ($n=23$) de la première partie. L'analyse des performances zootechniques (production laitière, reproduction, alimentation, état sanitaire) et les indicateurs économiques (productivité, coûts, revenus, marges), a permis d'**identifier et analyser les contraintes majeures** qui entravent le développement optimal de la production de lait et la rentabilité de l'élevage bovin laitier dans la région.

3. La troisième partie, « **investigation** », s'appuie sur les conclusions de la partie n°02, les quelles ont mis en évidence que le facteur sanitaire — et plus particulièrement les mammites, notamment sous leur forme clinique — constitue la principale contrainte sanitaire compromettant la réussite des élevages laitiers. Dans cette perspective, cette partie est consacrée à une étude d'investigation portant sur la prévalence des mammites subcliniques et à l'analyse de leur impact sur les performances de production et de reproduction des vaches laitières.

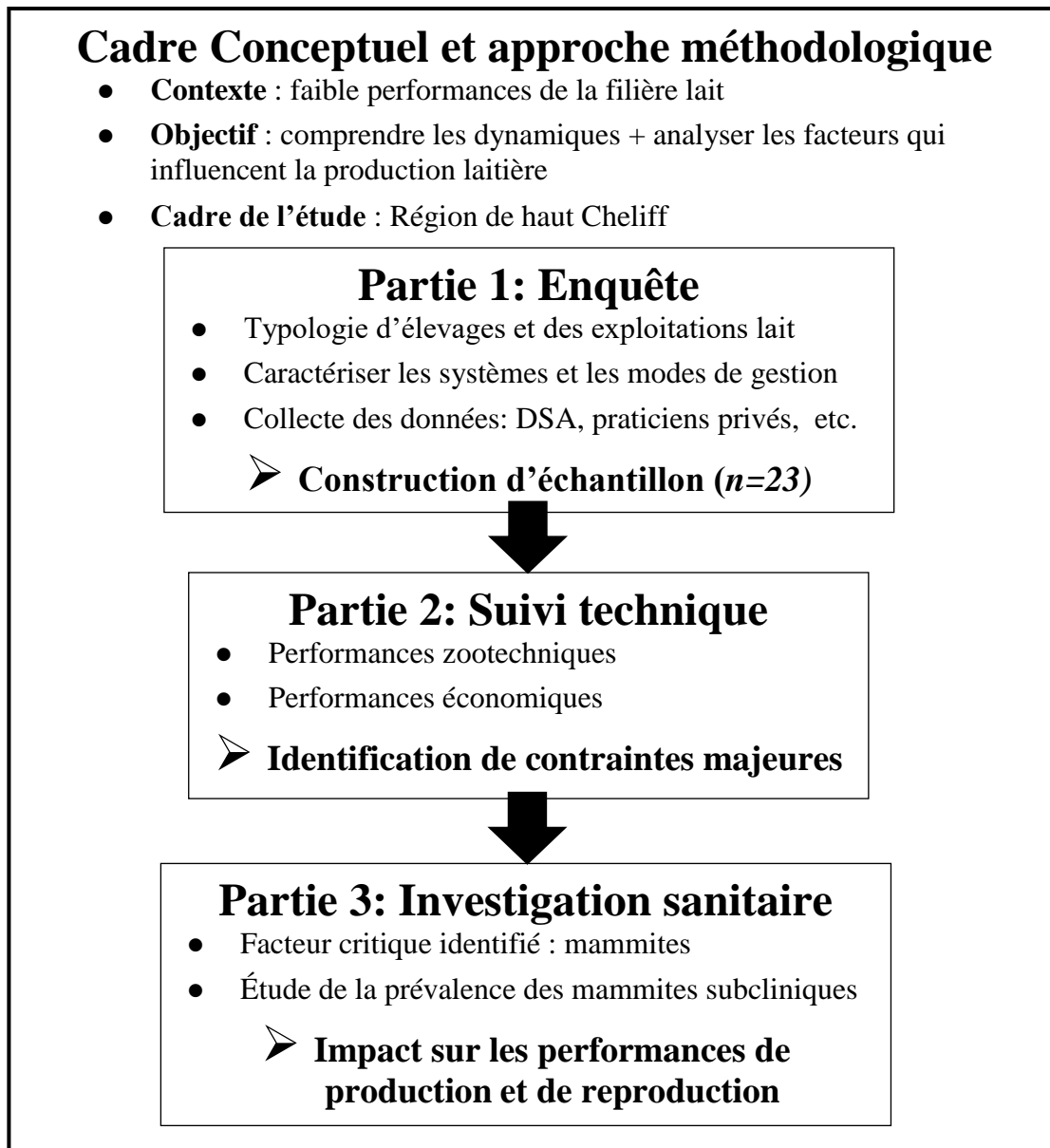


Figure 07 : Diagramme de cadre conceptuel et approche méthodologique

2. Objectif et conception de l'étude

Les objectifs principaux de cette thèse sont fixés en adéquation avec l'approche méthodologique adoptée est structurée en trois (3) parties.

- ✓ **Caractériser les typologies et les systèmes d'élevage bovin laitier** existants dans la zone du haut Cheliff, en tenant compte des spécificités structurelles, techniques et organisationnelles des exploitations. Cette enquête est destinée à dresser un état des lieux des exploitations laitières de la région de l'étude et vise à recueillir des données quantitatives et qualitatives auprès de différents organismes agricoles (direction des services agricoles de la wilaya, chambre d'agriculture de la wilaya, subdivisions agricoles, services statistiques, praticiens vétérinaires privés, inséminateurs, etc.). La finalité de cette partie est d'établir une liste d'éleveurs et des exploitations en vue de la constitution de l'échantillon d'étude pour la partie n°02 de la présente thèse.
- ✓ **Conduire un suivi et monitoring technico-analytique des performances des exploitations retenus ($n=23$)** de la première partie. Les performances ciblées sont zootechniques (niveau de production laitière, paramètres de reproduction, quantité et système de gestion alimentation, état sanitaire à échelle de troupeau et à échelle d'individu animal) et les revenus économiques (productivité, charges divers, bénéfices, pertes).
- ✓ **Evaluer la prévalence et les facteurs de risque des mammites subcliniques** chez les vaches laitières dans la région d'étude, d'identifier les principaux agents pathogènes impliqués et de mesurer l'impact de cette pathologie sur la production laitière et l'état reproducteur des vaches laitières.
- La collecte des données empiriques sur le terrain s'est avérée particulièrement exigeante, tant sur le plan logistique que méthodologique. Cette complexité est principalement liée à la nature du protocole d'enquête adopté, lequel a nécessité une mise en œuvre prolongée s'étendant sur plus d'une année. Ce protocole reposait sur un dispositif méthodologique intégré et emboîté, combinant trois approches complémentaires : une enquête diagnostique, une enquête rétrospective et un suivi longitudinal d'une durée d'un an.

L'**enquête diagnostique** constituait la phase initiale du dispositif. Elle avait pour objectif d'établir un état des lieux des systèmes d'élevage bovin laitier étudiés, à travers la

caractérisation des structures de production, des modes de conduite des troupeaux, des pratiques alimentaires et sanitaires, ainsi que des principales contraintes techniques, économiques et organisationnelles. Cette phase a permis de définir un cadre analytique cohérent et d'orienter les phases ultérieures de l'enquête

L'enquête rétrospective visait à reconstituer les trajectoires d'évolution des exploitations et des systèmes d'élevage sur une période antérieure. Dans un contexte caractérisé par une disponibilité limitée de données historiques formalisées, cette approche a reposé essentiellement sur la mobilisation de la mémoire individuelle et collective des éleveurs, en particulier ceux disposant d'une ancienneté significative dans l'activité. Cette démarche, bien que sujette à des biais de mémorisation inhérents à toute enquête rétrospective, s'est révélée indispensable pour appréhender les dynamiques structurelles et fonctionnelles des exploitations, notamment en ce qui concerne l'évolution des effectifs, des pratiques de gestion et des performances productives.

Le **suivi longitudinal**, conduit sur une période supérieure à une année, a constitué la phase centrale du dispositif méthodologique. Il avait pour but d'observer de manière continue et fine l'évolution des pratiques d'élevage, des performances zootechniques et de l'état sanitaire des troupeaux, en tenant compte des variations saisonnières et des contraintes conjoncturelles. La réalisation de ce suivi n'a été rendue possible que grâce au consentement éclairé et volontaire de certains éleveurs, favorisé par des relations de confiance établies antérieurement. En effet, mon implication professionnelle directe dans le suivi sanitaire des troupeaux a constitué un levier déterminant pour l'accès régulier aux exploitations et la fiabilité des données collectées. Par ailleurs, ce travail a bénéficié de l'appui de collègues issus aussi bien du secteur public que du secteur privé, dont la collaboration a facilité l'accès à certaines exploitations et à des informations techniques spécifiques.

Le choix des niveaux d'analyse constitue un élément central du dispositif méthodologique adopté. Dans cette étude, une approche multi-niveaux a été retenue, intégrant trois niveaux d'observation complémentaires : **l'élevage** (exploitation agricole), **l'animal** et le **ménage agricole**. Ce choix vise à rendre compte de la complexité des systèmes d'élevage bovin laitier et des interactions existant entre leurs différentes composantes.

Le niveau **élevage** a été considéré comme le niveau d'analyse principal, l'exploitation agricole constituant l'unité décisionnelle fondamentale en matière de gestion du troupeau, d'allocation des ressources et d'orientation productive. À ce niveau, l'analyse a porté sur les caractéristiques structurelles des exploitations (taille du cheptel, superficie agricole, main-d'œuvre), les pratiques techniques (alimentation, reproduction, santé animale), l'organisation du travail et la spécialisation productive. Ce niveau permet d'évaluer les performances technico-économiques des systèmes d'élevage et d'identifier les déterminants structurels influençant la productivité et la durabilité des exploitations.

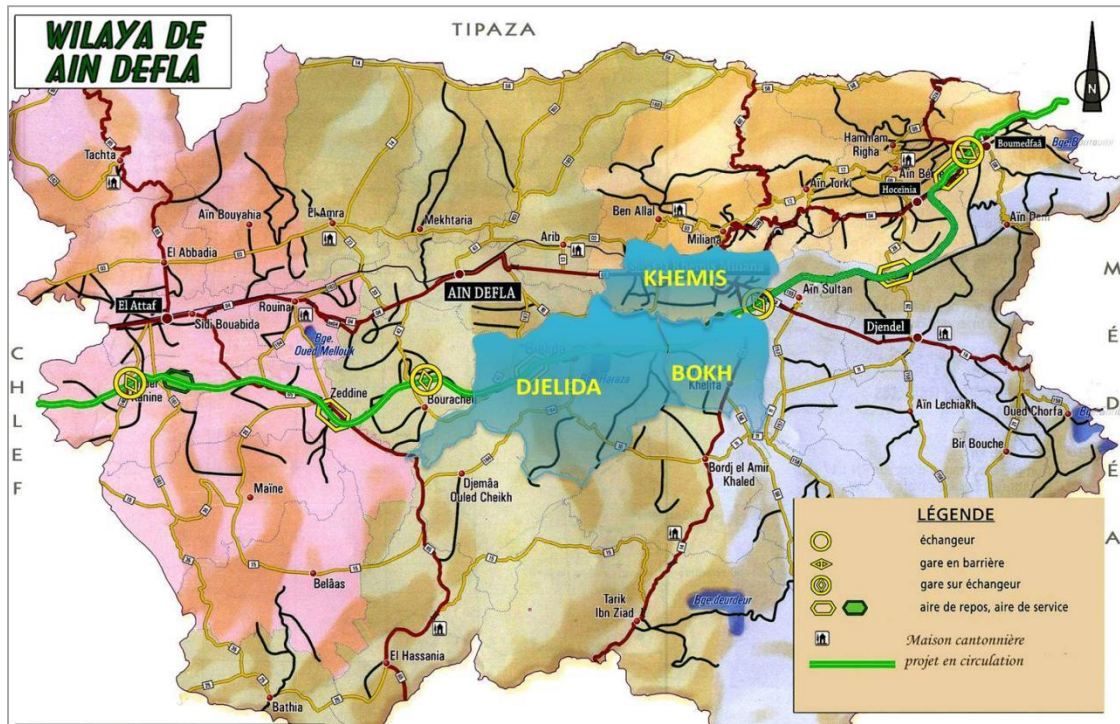
Le niveau **animal** a été intégré afin d'analyser les performances zootechniques individuelles, qui constituent le fondement biologique de la production laitière. L'analyse à ce niveau a porté sur des paramètres tels que la race, l'âge, le stade physiologique, la production laitière individuelle, la reproduction et l'état sanitaire. Cette échelle d'analyse permet d'établir un lien direct entre les pratiques de conduite du troupeau mises en œuvre au niveau de l'exploitation et les réponses biologiques des animaux, tout en mettant en évidence les variations intra-exploitation.

Le niveau **ménage agricole** a été retenu afin d'intégrer la dimension socio-économique des systèmes d'élevage. Dans le contexte étudié, l'exploitation agricole est étroitement liée au fonctionnement du ménage, qui constitue à la fois une unité de production, de consommation et de prise de décision. L'analyse à ce niveau a porté sur les caractéristiques socio-démographiques du ménage, les sources de revenus, la diversification des activités économiques, la disponibilité de la main-d'œuvre familiale et les stratégies d'adaptation face aux risques économiques et climatiques. Ce niveau d'analyse permet de mieux comprendre les choix techniques et organisationnels des éleveurs, souvent conditionnés par des contraintes et des objectifs relevant du ménage.

L'adoption de cette approche multi-niveaux (élevage–animal–ménage) permet une lecture intégrée et systémique des systèmes d'élevage bovin laitier. Elle contribue à renforcer la robustesse scientifique de l'étude en tenant compte des interactions entre dimensions biologiques, techniques et socio-économiques, et en offrant une meilleure compréhension des mécanismes qui régissent le fonctionnement et l'évolution des exploitations étudiées.

3. Présentation de la région d'étude : le Haut Cheliff

La présente étude a été conduite dans le bassin du Haut Chélif, une région à forte vocation agricole située à environ 110 km au sud-ouest du capital Alger, au sein du bassin hydrographique du Chélif dans la wilaya de Ain Defla (Figure 08).



La wilaya d'Ain Defla, avec une superficie totale de 454426 hectares, dispose d'un important potentiel agricole et forestier. Selon la Direction des Services Agricoles de la wilaya (DSA, 2022), la Superficie Agricole Totale (SAT) s'élève à 235619 ha (51,8 % de la superficie totale de la wilaya), dont 181 676 ha de Superficie Agricole Utile (SAU), soit 40,0 % de la SAT. Les terres se répartissent entre 140 811 ha exploités en sec (77,5 % de la SAU) et 40 865 ha irrigués (22,5 % de la SAU). À cela s'ajoutent 162 870 ha de forêts (35,8% de la superficie totale), 38 078 ha de parcours et 53 935 ha de terres improductives. L'agriculture locale se décline en deux grands systèmes : une agriculture de plaine et une agriculture de montagne. La première, concentrée sur environ 30 000 ha dans la plaine du haut Chélif (El Khemis et El Amra-Abadia), se caractérise par une intensification et une forte diversification : polyculture (céréales, maraîchage, fourrages, arboriculture fruitière) et élevage bovin laitier dominant, complété par l'élevage ovin. La

seconde, pratiquée dans les zones montagneuses, reste de type traditionnel et extensif, basée sur les cultures en sec et l'élevage diversifié de ruminants (bovins, ovins, caprins), auxquels s'ajoutent des activités de subsistance comme l'aviculture, l'apiculture et la cuniculture. Les cultures fourragères, couvrent 17 410 ha (7,4 % de la SAT).

La région de haut Chélif se caractérise par un climat continental semi-aride, marqué par des étés chauds et secs, et des précipitations irrégulières concentrées durant l'hiver. La température moyenne annuelle varie entre 13 °C et 19 °C, avec des pics mensuels dépassant 37 °C en juillet. Ce régime climatique impose des contraintes hydriques importantes pour les productions agricoles, en particulier durant la période estivale. En réponse à ces conditions climatiques, l'agriculture dans la région repose principalement sur l'irrigation par aspersion, rendue possible grâce à un réseau hydraulique structuré. En effet, la construction de plusieurs barrages (Ghrib, Deurdeur, Harreza, Sidi M'hamed Ben Taïba et Ouled Mellouk) a permis de régulariser les débits des oueds et de garantir une disponibilité en eau d'irrigation sur la période allant d'avril à septembre (Touhari, 2014).

La filière lait dans la wilaya de Ain Defla se caractérise par une organisation complexe intégrant plusieurs acteurs en amont et en aval. Elle regroupe 2547 éleveurs bovins disposant de 26 941 têtes de bétail, dont 13 096 vaches laitières, appuyés par les producteurs de fourrages, de céréales et les importateurs d'aliments du bétail. La transformation est assurée par deux unités principales : la laiterie publique des Arib, relevant de GIPLAIT, avec une capacité de traitement de 245 000 litres/jour, et la laiterie privée Wanis, d'une capacité de 55 000 litres/jour. La collecte du lait cru est organisée par 24 collecteurs, dont 8 opérant hors wilaya, ce qui témoigne d'une structuration territoriale élargie du circuit de commercialisation. En matière d'approvisionnement, l'importation des matières premières destinées à l'alimentation animale est gérée par l'Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL), garantissant une part essentielle du marché, partagée entre le secteur public et le secteur privé. Des structures de soutien telles que l'Unité des Aliments du Bétail de Sidi Lakhdar (UAB/Khemis Miliana), la Coopérative des Céréales et Légumes Secs (CCLS), ainsi que les entreprises régionales des industries alimentaires (SIM/Ain Defla et Dahra/Attaf) renforcent l'intégration amont de la filière.

4. Durée et déroulement de l'étude

4.1. Récole de données et conduite de l'enquête

Avant de débiter le travail de terrain, nous avons pris contact avec plusieurs institutions publiques (services agricoles, subdivisions, chambre d'Agriculture, laiteries, etc.) au mois de février 2017, afin d'obtenir des informations sur l'état de l'élevage bovin dans la région. Cette démarche a coïncidé avec le recensement agricole de 2017, qui s'est déroulé sur une période de trois mois. Afin de compléter les données issues de ce recensement et d'approfondir l'analyse des pratiques d'élevage, une approche qualitative a été adoptée, reposant sur un questionnaire (Annexe 1) ainsi que sur des entretiens directs et des discussions avec les éleveurs et les intervenants dans la filière lait. Au total, 108 exploitations des bovins ont été enquêtés jusqu'en mai 2018.

Ces échanges ont permis de recueillir des informations détaillées sur les systèmes de production, les modes de gestion des troupeaux et les difficultés rencontrées par les exploitants. L'enquête a été conçue pour couvrir l'intégralité de la zone d'étude, en tenant compte de la diversité géographique et structurelle des exploitations. Cette approche a garanti la représentativité des différents types d'élevage bovin laitier présents dans la région du Haut Cheliff, renforçant ainsi la fiabilité des données collectées pour l'analyse des résultats.

Pour la collecte des données, plusieurs techniques ont été combinées en fonction des informations recherchées. Des données objectives et visuelles, telles que le nombre de têtes de bétail, les races bovines élevées, ou l'agencement des infrastructures (bâtiments d'élevage, types de stabulation, etc.), ont été obtenues par observation directe sur le terrain. Par ailleurs, des informations plus spécifiques, non directement observables, ont été collectées par le biais d'entretiens avec les éleveurs portant notamment sur la surface agricole utile (SAU), les pratiques de conduite du troupeau et certains aspects liés à la gestion de l'exploitation (Annexe 1). En complément, lorsque les données sont insuffisantes ou manquantes, la consultation des documents relatifs aux exploitations (les actes d'achats et propriétés foncières, factures d'achats et vente, les contrats réalisés pour approvisionnement d'alimentation ou la vente de lait ou d'autres produits agricoles, ...) ou les documents zootechniques tenus par les exploitants (fiches de reproduction, registres de suivi sanitaire ou de production) ont été consultés afin de renforcer la fiabilité des données collectées.

4.2. Le suivi technique et analytique des 23 exploitations

4.2.1. Choix des exploitations

Afin d’appréhender de manière approfondie les interactions et les synergies au sein des systèmes d’élevage, il a été adopté d’un dispositif méthodologique fondé sur le suivi longitudinal des exploitations, permettant de documenter avec précision les pratiques, les stratégies et les savoir-faire des éleveurs (Landais et Balent, 1993). En s’inspirant des travaux de Madani et al. (2002) et de Dedieu et Ingrand. (2010), l’étude a consisté, dans un premier temps, à caractériser la structure des exploitations (composantes foncières, humaines et animales), puis, dans un second temps, à analyser les stratégies mises en œuvre par les éleveurs afin d’assurer la viabilité technique et économique de leurs systèmes de production.

Le suivi a été réalisé sur une durée de 28 mois, entre décembre 2021 et mai 2024, à raison d’environ une visite par mois, en fonction de la disponibilité des éleveurs. Les exploitations suivies ont été sélectionnées à partir de l’enquête rétrospective préalable. L’échantillon final comprenait 23 exploitations bovines laitières. Les exploitations retenues étaient réparties au sein de différentes parties de la région. La taille de l’échantillon a été ajustée en fonction des capacités opérationnelles disponibles (temps et moyens) ainsi que l’accord des éleveurs à accéder et recueillir les informations pendant toute la période de suivi, et il a été extrait de l’échantillon initial issu de l’enquête rétrospective.

La collecte des données a été réalisée à l’aide d’un questionnaire structuré sous forme de fiche de suivi, organisée en rubriques synthétiques (Annexe 2). Cet outil a été conçu de manière à faciliter la participation des éleveurs et à limiter la durée des visites sur le terrain. Les informations recueillies comprenaient à la fois des données qualitatives (pratiques techniques, organisation du travail, stratégies de gestion) et des données quantitatives (mesures zootechniques, économiques et sanitaires).

Les exploitations ont été sélectionnées à l’aide d’une méthode d’échantillonnage aléatoire raisonné, avec pour objectif principal de maximiser l’hétérogénéité des profils tout en assurant une représentativité adéquate de l’élevage bovin laitier dans la zone géographique étudiée. Cette stratégie visait à refléter la diversité des pratiques d’élevage, des structures de production, ainsi que des conditions socio-économiques des éleveurs présents dans la région.

Au total, 23 exploitations ont été sélectionnées pour un suivi approfondi, regroupant 687 bovins, dont 368 vaches laitières.

Le choix définitif des unités d'élevage s'est appuyé sur un ensemble de critères rigoureusement définis, visant à garantir la qualité, la fiabilité et la comparabilité des données collectées, ces critères sont détaillés comme suit :

- **Accessibilité logistique** : les exploitations devaient être facilement accessibles pour permettre un suivi régulier, et les éleveurs devaient donner leur accord explicite pour participer à l'étude.
- **Engagement et disponibilité des éleveurs** : la collaboration active des éleveurs était indispensable, en particulier leur engagement à respecter les exigences du protocole de suivi, notamment en ce qui concerne la fréquence des visites, la transmission des données et l'ouverture aux investigations techniques.
- **Existence d'un système d'enregistrement zootechnique** : la tenue de registres fiables concernant les paramètres techniques (alimentation, reproduction, pathologies, etc.) constituait un critère déterminant, garantissant la qualité des informations collectées.
- **Destination du lait produit** : les exploitations ont été sélectionnées qu'elles soient insérées dans des circuits de commercialisation formels ou informels, permettant d'observer une diversité de stratégies économiques et commerciales.
- **Stabilité du cheptel** : seules les fermes avec un troupeau géré de manière stable, que ce soit pour le lait ou un élevage mixte, ont été retenues. Celles travaillant avec des revendeurs de bétail (maquignons) ont été exclues à cause des changements trop fréquents dans le troupeau.

Cette approche méthodique et rigoureuse dans la constitution de l'échantillon a permis de renforcer la validité scientifique de l'étude, en assurant à la fois la robustesse des données et la représentativité des différents modèles d'élevage bovin laitier présents dans la région d'étude

4.2.2. Procédures et outils de collecte des données

La collecte des données a été réalisée dans le cadre d'un suivi longitudinal mensuel auprès des exploitations sélectionnées. À chaque visite, un ensemble de paramètres technico-économiques,

zootechniques et sanitaires ont été systématiquement enregistrés, mesurés ou estimés afin de permettre une analyse fine des performances des élevages.

Les principales variables collectées comprennent :

- **Les quantités et qualité de fourrages et de concentrés distribués** à chaque troupeau, permettant d'évaluer les pratiques alimentaires et les niveaux d'apport nutritionnel ;
- **Les quantités de lait produit quotidiennement**, indicateurs clés des performances laitières et de la rentabilité des systèmes ;
- **La date du dernier vêlage**, essentielle pour le suivi des cycles reproductifs et le calcul de l'intervalle vêlage-vêlage ;
- **La date de la dernière insémination**, servant à analyser la gestion de la reproduction et l'efficacité des pratiques d'insémination artificielle ;
- **Les résultats des diagnostics de gestation réussis**, permettant de confirmer les succès de reproduction et de suivre la fécondité au sein du troupeau.
- **Les principales maladies enregistrées** dans l'élevage, ainsi que les traitements administrés par les vétérinaires assurant le suivi sanitaire des élevages ou autre vétérinaires intervenants.

De manière générale, une base de données se définit comme un ensemble structuré d'informations, organisées en colonnes correspondant aux variables et en lignes représentant les observations ou individus. Elle permet le stockage, la mise à jour, la recherche et l'exploitation efficace de volumes importants de données.

Dans le cadre de cette thèse, trois bases de données distinctes ont été constituées, chacune correspondant à un type d'enquête. La base de données relative à l'enquête diagnostique et à l'enquête rétrospective en complémentarité des données de recensement de 2017, portant sur un total de (2 547 exploitations), a été élaborée à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2007. Elle comprenait 98 variables, à la fois quantitatives et qualitatives, organisées en dix thèmes principaux afin de faciliter l'analyse et l'interprétation des résultats. Ces thèmes concernaient : l'identification de l'exploitant, le matériel agricole, les effectifs animaux, les caractéristiques des animaux, les bâtiments d'élevage, l'alimentation des animaux, les productions animales, les activités agricoles, l'hygiène et la prophylaxie des exploitations, ainsi que l'achat et la vente des produits animaux. Cette structuration thématique a permis la réalisation d'une typologie des élevages bovins dans la région d'étude.

Concernant le suivi longitudinal des exploitations, une base de données spécifique a également été construite à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2007 pour les (23 exploitations) suivies. Cette base principale regroupait l'ensemble des informations collectées au cours du suivi et comprenait 32 variables principales, de nature quantitative et qualitative. Les données étaient organisées en dix thèmes couvrant : les effectifs animaux, la main-d'œuvre, l'alimentation, la gestion des pâturages, la reproduction, la production, le contrôle laitier, les activités agricoles, ainsi que les dépenses et les recettes. Cette organisation a permis un suivi détaillé des performances zootechniques et économiques des exploitations, ainsi qu'une analyse approfondie de leur fonctionnement et de leur viabilité.

4.2.3. Variables et définition opérationnelle

4.2.3.1. Données de l'alimentation et les valeurs nutritives

Une évaluation quantitative (apports en matière sèche (MS), niveau énergétique et azoté des rations) et qualitative (proportion de concentré dans la ration) de la gestion alimentaire a été effectuée pour chaque exploitation. Les quantités totales de fourrages et de concentrés distribués aux vaches laitières ont été estimées à partir des données recueillies auprès des éleveurs et de nos propres observations (Annexe 4). Ainsi, les quantités ingérées ont été considérées égales à celles distribuées, étant donné que toutes les exploitations appliquent le système de zéro-pâturage.

Certaines exploitations distribuent les concentrés individuellement à l'auge, en ajustant les quantités en fonction de la production laitière des vaches. D'autres, en revanche, attribuent la même quantité de concentré à toutes les vaches, indépendamment de leur stade de lactation ou de leur niveau de production.

Les apports en énergie (UFL) et en azote (PDIN et PDIE) des différentes rations ont été estimés en fonction des quantités de MS distribuées.

Les valeurs nutritives utilisées pour le calcul des apports alimentaires des rations ont été déterminées à partir des résultats d'analyses et de la composition chimique des fourrages rapportés dans la base de données Feedipedia (Annexe 3), conformément aux équations présentées en annexe. Toutefois, pour certains aliments, les valeurs nutritives sont issues des tables de valeurs nutritives des aliments établies par l'INRA (2010).

4.2.3.2. Production laitière

Un contrôle laitier mensuel a été mis en place dans les exploitations sélectionnées, dans le but de quantifier avec précision les performances de production laitière à l'échelle individuelle et collective.

Deux méthodes de mesure ont été utilisées selon les équipements disponibles dans chaque exploitation (Figure 09).

- a. Utilisation de l'appareil Tru-Test :** Cette méthode repose sur l'utilisation d'un appareil électronique de mesure, le *Tru-Test*, installé directement sur la machine à traire. Cet outil permet une mesure automatisée et instantanée de la quantité de lait produite par chaque vache, sans perturber l'animal. Il offre l'avantage d'une lecture simple, rapide et fiable des volumes laitiers, facilitant ainsi le travail de l'enquêteur et limitant les erreurs de manipulation ou d'estimation.
- b. Utilisation de bouteilles de réception graduées :** dans les exploitations qui ne disposant pas de système électronique, la mesure de quantité du lait a été réalisée de manière manuelle à l'aide de bouteilles de réception graduées en kilogrammes. Lors de chaque séance de traite, le volume de lait produit par chaque vache est noté immédiatement après la traite, en lecture directe sur la graduation. Bien que plus rudimentaire, cette méthode reste précise et adaptée aux contextes à faibles niveaux de mécanisation. Le recours à ces deux techniques complémentaires a permis de garantir la fiabilité des données de production, tout en s'adaptant aux réalités techniques et matérielles propres à chaque exploitation.

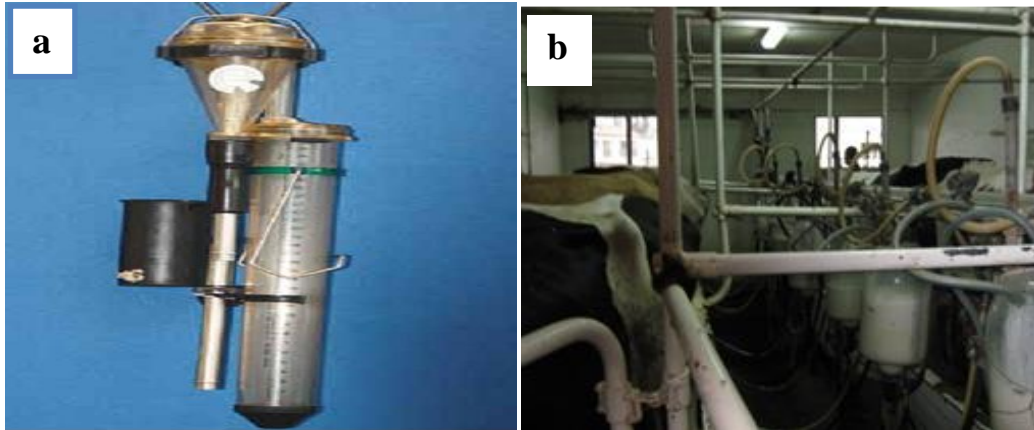


Figure 09 : Méthodes de contrôle laitier effectuées au cours du suivi,
a : Tru-Test, **b :** bouteilles de réception dans la salle de traite.

La production laitière annuelle de chaque exploitation a été évaluée à partir des volumes de lait commercialisés, en s'appuyant sur les fiches mensuelles de livraison fournies par les circuits formels de collecte. À ces données s'ajoutent les quantités destinées à l'autoconsommation familiale ainsi que celles utilisées pour l'alimentation des veaux, estimées directement par l'éleveur en fonction de ses pratiques courantes.

Pour chaque mois, la production totale est rapportée au nombre de vaches en lactation durant la période considérée, ce qui permet d'obtenir une moyenne technique mensuelle par vache. Cette valeur est ensuite extrapolée sur une base annuelle et ajustée en fonction de la durée moyenne de lactation (DML) propre à chaque exploitation, information renseignée par l'éleveur à partir de ses registres ou de son expérience.

Formules utilisées pour l'estimation de la production laitière dans les exploitations suivies.

$MT = \frac{QM_{LE1}}{VL1} + \frac{QM_{LE2}}{VL2} + \dots + \frac{QM_{LE12}}{VL12} / 12$ <p>Rendement laitier = MT * DML</p>

QM_{LE1} : quantité du lait moyenne estimé dans le premier mois.

VLA : vaches en lactation dans le premier mois.

MT : moyenne technique.

DML : durée moyenne estimé de lactation.

4.2.3.3. Données de reproduction

Les dates des vêlages, des premières chaleurs et des inséminations ont permis de calculer les paramètres de reproduction habituellement décrits dans la littérature, à savoir :

➤ **Paramètres de fécondité** : Les intervalles suivants ont été calculés :

- Intervalle vêlage - première insémination (IV-IA1)
- Intervalle vêlage - insémination fécondante (IV-IAF)
- Intervalle première insémination - insémination fécondante (IA1-IAF)
- Intervalle vêlage - vêlage (IV-V)

➤ **Paramètres de fertilité** : Les indicateurs de fertilité retenus sont :

- Taux de réussite à la première insémination (TR1)
- Nombre moyen d'inséminations avant une insémination fécondante (IA/IAF)
- Pourcentage de vaches ayant nécessité trois inséminations ou plus (% VL à 3 IA et +)
- indice coïtal, représente le nombre d'inséminations et/ou saillies réalisées pour avoir une fécondation (IC).

4.2.3.4. Calcul des différentes charges et du coût de production

L'élevage laitier génère plusieurs produits. Par convention, le lait est considéré comme le produit principal, tandis que les veaux et le fumier sont comptabilisés comme sous-produits. Conformément à Chombart de Lauwe et al. (1969) et Cordonnier et al. (1970), la valeur des sous-produits (VSP) est soustraite des charges totales (CT) pour déterminer le coût réel de production du lait, selon la formule suivante :

$$CP = \frac{CT - VSP}{NP}$$

Où : **CT**: charges totales **VSP**: valeur des sous-produits

NP: niveau de production de lait (kg) **CP** : coût de production du lait

$CT = CV + CF$

CT : charges totales **CV** : charges variables **CF** : charges fixes

Les **charges opérationnelles**, ou **charges variables (CV)**, sont associées à des décisions de court terme et sont donc réversibles. Elles correspondent à l'utilisation de la capacité productive existante, ce qui explique qu'elles soient parfois qualifiées de *coûts opérationnels* (Lassègue, 1975). Dans le cas de la production laitière, elles englobent notamment l'achat des aliments concentrés, le coût de production des fourrages, les frais d'élevage (insémination artificielle, soins vétérinaires), les frais de transport ainsi que diverses charges opérationnelles. Les salaires des ouvriers temporaires, de même que les engrais, les semences et autres travaux agricoles, sont intégrés dans le calcul du coût de production des fourrages.

Les **charges de structure**, ou **charges fixes (CF)**, sont quant à elles liées à des décisions de long terme et demeurent difficilement réversibles. Elles regroupent les amortissements du matériel spécifique à la production laitière (machines à traire, cuves de réfrigération, etc.), les amortissements des bâtiments d'élevage, la main-d'œuvre permanente, ainsi que les frais liés à la location des terres et aux travaux de fermage. Ces charges fixes sont également qualifiées de *coûts de structure* (Lassègue, 1975).

La distinction entre facteurs fixes (structurels) et facteurs variables (opérationnels) repose sur leur degré de permanence au sein de l'exploitation. Ainsi, sont considérés comme fixes les facteurs qui ne peuvent pas être modifiés entre le début et la fin d'une campagne agricole, tandis que sont considérés comme variables ceux susceptibles d'évoluer en cours de campagne. Dans les salaires, par exemple, coexistent des éléments fixes (base contractuelle) et des éléments variables (heures supplémentaires).

4.2.3.5. Autonomie alimentaire

L'autonomie alimentaire se définit comme le rapport entre la quantité d'aliments produits au sein de l'exploitation (**P**) et la consommation totale (**C**) en fourrages et concentrés. Elle se calcule donc selon la formule : $A = \frac{P}{C}$

A : autonomie globale (en %) **P** : fourrages produits + concentrés produits

C : fourrages consommés + concentrés consommés.

Où : la consommation totale correspond à la somme des aliments produits et autoconsommés par le troupeau (**T**) et des aliments achetés (**AA**), soit : $C=T+AA$

Ainsi, l'autonomie alimentaire peut également s'exprimer par la relation : $A = \frac{P}{T+AA}$

Ce mode de calcul implique toutefois une connaissance précise des quantités réellement produites et effectivement consommées par les animaux (Devun et al., 2012).

La valeur énergétique des aliments ainsi que leur teneur en protéines digestibles dans l'intestin (PDI) ont été estimées à partir des tables publiées par Chibani et al. (2010) et par l'INRA (2010). Les variables non directement observables, telles que les consommations ou les besoins annuels en matière sèche (MS), en unités fourragères lait (UFL) et en PDI, ont été déterminées conformément aux recommandations de l'INRA (2010). Pour les besoins en PDI, la valeur retenue correspond à la plus faible entre les deux estimations, PDIE (protéines digestibles permises par l'énergie) et PDIN (protéines digestibles permises par l'azote).

4.2.3.6. Troubles sanitaires

L'étude de l'impact des facteurs sanitaires sur la production laitière et les performances de reproduction apparaît comme une priorité pour optimiser les rendements zootechniques, réduire les pertes économiques, et améliorer le bien-être animal.

Durant le suivi différents données liés aux santés des animaux, les divers facteurs de risques peuvent influer l'apparition des maladies ou contribuer à disséminer une infection dans les troupeaux ont été recueillis. Les principaux troubles de santé fait l'objet de recueil de données et suivi sont : les mammites, boiteries, troubles digestifs (diarrhée, acétonémie / cétose, acidose ruminale, déplacement de caillette), troubles respiratoires, troubles de reproduction (Mérite / endométrite, rétention placentaire, anœstrus prolongé).

Toutes les sources possibles de données sanitaires ont été consultés périodiquement lors de chaque visite, à savoir les registres et documents existants (registre sanitaire, factures vétérinaires, ordonnances et traitements, carnet de suivi d'élevage, enregistrements systématiques par l'éleveur dans des fiche sanitaire simple en papier ou numérique). Certaines troubles de santé ont été détectées directement par observations directes lors des visites (score de locomotion, score d'état corporel (BCS), consistance des excréments, propreté des vaches et des trayons, mammites cliniques, taux de vaches couchées, rumination, ...).

4.3. Investigation des mammites subcliniques et analyse de leur impact sur les performances de production et de reproduction

En découlant des données recueillies durant la partie précédente du suivi, nous avons constatés que dans la région de Haut Cheliff, la prévalence des mammites subcliniques demeure inconnue et probablement sous-estimée en raison de l'absence d'un programme de surveillance complet incluant le diagnostic, le traitement et les mesures de prévention. Par conséquent, les cas de mammite clinique détectés par l'éleveur ou diagnostiqués par les vétérinaires sont souvent traités de manière empirique, fréquemment sans prélèvement de lait approprié pour des analyses bactériologiques. Cette situation freine l'élaboration de stratégies efficaces de contrôle et de traitement de la mammite. Par ailleurs, les facteurs de risque associés à cette maladie dans les troupeaux laitiers sont non évalués.

Cette partie de l'étude se focalise sur l'évaluation de la prévalence et les facteurs de risque des mammites subcliniques chez les vaches laitières dans la région du haut Cheliff, d'identifier les principaux agents pathogènes impliqués et de mesurer leur impact sur la production et la reproduction des vaches laitières.

4.3.1. Conception de l'investigation

Cette partie d'investigation a été réalisée dans la période allant du Décembre 2023 au janvier 2025, porté sur un total de 263 vaches laitières élevés dans 23 exploitations. Après approbation et consentement des éleveurs pour l'accès aux fermes. Avant la traite du matin, les pis des vaches ont été soigneusement inspectés et examinés afin de vérifier l'absence de signes cardinaux d'inflammation mammaire ou d'éventuels changements de couleur, d'odeur ou de consistance. Les vaches présentant des symptômes de mammite clinique ont été traitées par les vétérinaires selon le Protocole adaptés dans chaque ferme. Seules les vaches avec des pis sains ont été soumises au test CMT (California Mastitis Test) durant la période post-colostrum pour le dépistage mammite subclinique. Chaque quartier qui ne présentant aucun signe visible de d'inflammation clinique mais ayant un résultat CMT positif a été considéré comme affecté par la mammite subclinique et a fait l'objet d'un prélèvement de lait pour analyse microbiologique.

4.3.2. Diagnostic des mammites subcliniques par Californian Mastitis Test (CMT)

Le test CMT est une méthode simple, économiquement abordable et efficace, utilisée directement à la ferme pour dépister la mammite subclinique chez les vaches laitières. Le CMT permet d'estimer le nombre de leucocytes dans le lait. Après la lyse cellulaire provoquée par le réactif CMT (Le Teepol) (RaideX, GmbH, Dettingen an der Erms, Allemagne) associé à un indicateur de pH coloré, l'ADN libéré forme un gel dont l'intensité est directement corrélée au nombre de cellules somatiques présentes dans le lait. La réaction au CMT de chaque quartier est interprétée subjectivement selon une échelle ordonnée allant de 0 à 4 : 0 indique une réaction négative, 1 correspond à une trace ou une légère réaction positive. Ces scores sont indicatifs du niveau de cellules somatiques (Tableau 06) (George et al., 2008).

Après un nettoyage soigneux des trayons, une petite quantité de lait (environ 3 à 5 mL) de chaque quartier est prélevée dans les godets correspondants de la palette CMT. Ensuite, une quantité égale de réactif CMT est ajoutée dans chaque godet. Le lait et le réactif sont doucement mélangés en faisant tourner la palette pendant quelques secondes. Le degré de gélification obtenu indique la gravité de la mammite. Les résultats sont notés sur une échelle allant de négatif (aucune formation de gel) à fortement positif (formation de gel marquée) (Saidani et al., 2024). Les étapes de réalisation du test CMT sont illustrées dans la figure 10.

Tableau 06 : Relation entre les scores CMT et le nombre des cellules somatiques dans le lait (George et al., 2008).

Score CMT	nombre approximatif des cellules somatiques (cellules/ml)	Taux de gélification
0 (Négatif)	0-200.000	non
1 (Traces)	200.000-400.000	Très léger
2	400.000-1 million	Léger
3	1 million - 5 million	Modéré
4	> 5 million	Fort, presque solidifié



Nettoyage de la mamelle



Assurer que les trayons sont exempts de débris.
Vérifiez la présence de lait anormal



Positionner le plateau de manière à repérer la correspondance godet-quartier



Traire chaque quartier dans le godet correspondant pour en recouvrir le fond



Ajouter le Teepol afin que le volume total atteigne le 2ème cercle



Faire de petits mouvements de rotation pendant environ 30 sec. pour mélanger les 2 liquides



Interprétation des résultats selon le taux de gélification du mélange



Figure 10 : Technique de réalisation du test CMT (photos personnelles)

4.3.3. Collecte des échantillons du lait

Des échantillons de lait destinés à l'analyse microbiologique ont été prélevés sur tous les quartiers ayant obtenu un score positif au CMT (score ≥ 1) (CCS $\geq 200\ 000$ cellules/ml). En résumé, les mamelles ont été soigneusement nettoyées à l'eau puis séchées avec un essuie-tout jetable. Les premiers jets de lait ont été éliminés afin de prévenir toute contamination potentielle provenant de l'intérieur du trayon. Les trayons ont ensuite été désinfectés à l'aide d'un tissu imbibé d'alcool à 70 %. Environ 20 ml de lait ont été prélevés de chaque quartier dans des tubes stériles distincts. Les tubes ont été étiquetés comme suit : Antérieur Droit (AD), Antérieur Gauche (AG), Postérieur Droit (PD), et Postérieur Gauche (PG). Des informations détaillées sur les vaches et leurs élevages, incluant le numéro de la vache, le type de stabulation, les méthodes de traite, l'âge, le statut de lactation, la production laitière et les paramètres de reproduction ont été enregistrées (Annexe 5). Les échantillons de lait ont été immédiatement conservés dans une glacière à 4 °C et transportés au laboratoire de microbiologie dans un délai de 4 heures (Figure 11).



Laver la mamelle à l'eau puis séchées avec un essuie-tout jetable. Désinfecter les trayons à l'aide d'un tissu imbibé d'alcool à 70 %.



Ouvrir obliquement le flacon de prélèvement pour le protéger des contaminations. Prélever quelques mL de lait après avoir éliminé les premiers jets.

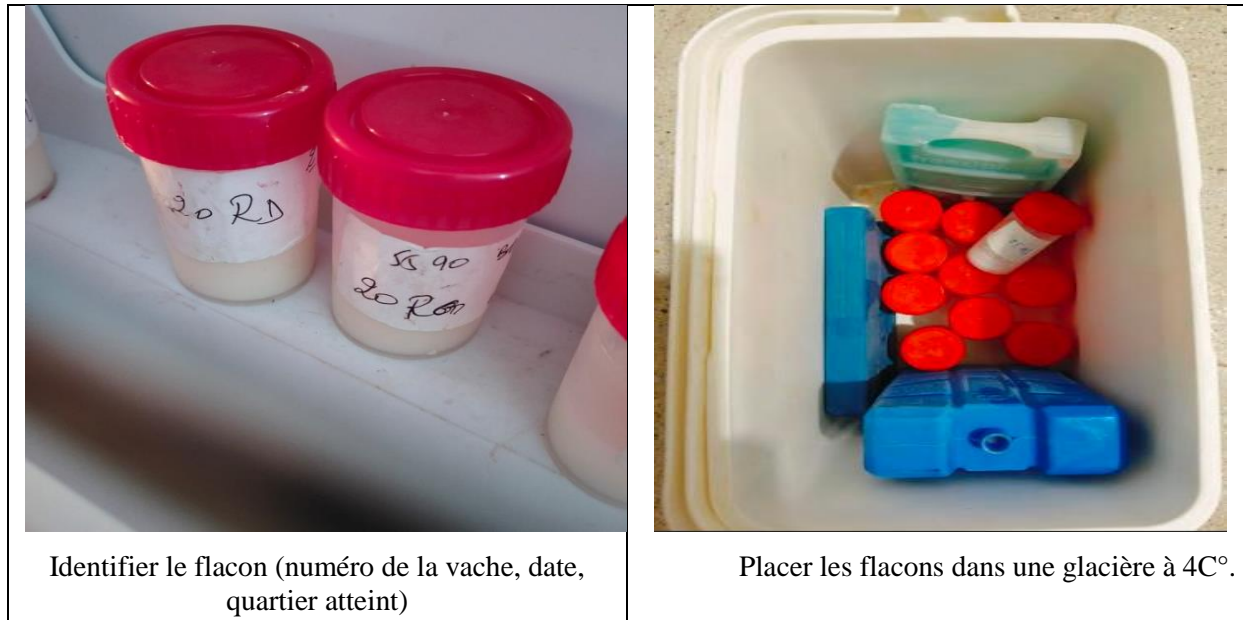


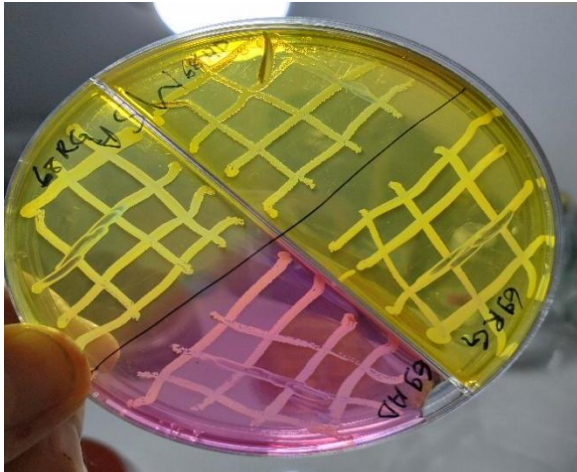
Figure 11 : Technique de prélèvement aseptique de lait (photos personnelles).

4.3.4. Analyse microbiologique

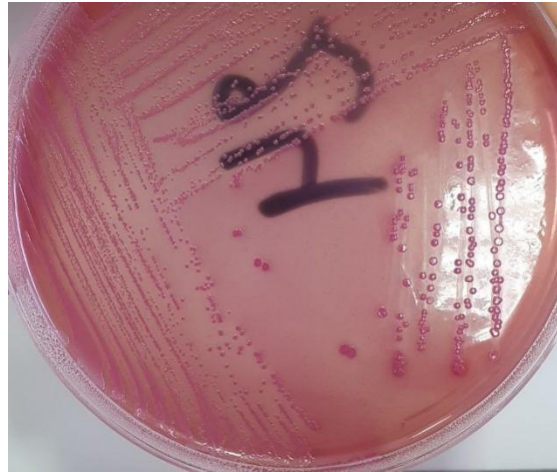
Un total de 317 échantillons de lait de quartier ont été prélevés de manière aseptique sur 155 vaches laitières et soumis à des analyses bactériologiques. L'isolement et l'identification préliminaire des micro-organismes ont été réalisés selon les recommandations du National Mastitis Council (NMC, 2017) au Laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences de la Vie, de la Nature et de la Terre de l'Université de Khemis-Miliana, Algérie.

Brièvement, un volume de 10 µl de lait a été étalé sur une gélose au sang enrichie de 5 % de sang de mouton (Oxoid[®], UK). Pour chaque échantillon, deux boîtes de Pétri ont été utilisées : l'une incubée en conditions aérobies, l'autre en conditions d'anaérobiose, à 37 °C pendant 24 à 48 heures. Les boîtes ont ensuite été examinées pour observer les caractéristiques macroscopiques des colonies (morphologie et hémolyse). Les colonies caractéristiques (jaunes ou blanches ; avec ou sans hémolyse) ont ensuite été repiquées sur plusieurs milieux sélectifs, notamment CHROMagar[™] Orientation, gélose MacConkey, gélose au mannitol salé (Merck[®], Darmstadt, Allemagne), et gélose de Baird Parker (Oxoid[®], UK) (Figure 12).

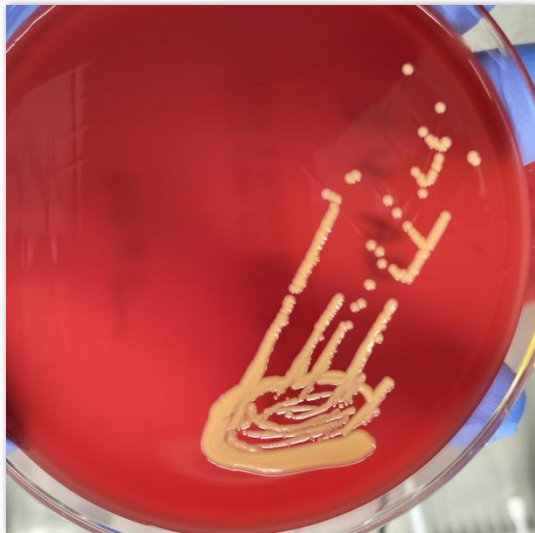
Les cultures pures ont été soumises à une identification préliminaire par coloration de Gram et tests biochimiques classiques. Les isolats ont été conservés à -80 °C dans un bouillon TSB supplémenté avec 30 % de glycérol jusqu'à leur utilisation ultérieure.



Aspect des isolats Staphylocoques sur gélose au mannitol salé



Aspect des isolats *E. coli* sur gélose MacConkey



Aspect des isolats de *S. aureus* sur gélose au sang



Aspect des isolats des *E. coli* sur gélose au sang

Figure 12 : Technique d'Analyse microbiologique (photos personnelles)

4.3.5. Identification des espèces bactériennes par spectrométrie de masse MALDI-TOF MS

L'identification des isolats bactériens obtenus à partir des échantillons de lait a été réalisée par spectrométrie de masse à temps de vol par désorption/ionisation laser assistée par matrice (MALDI-TOF MS) à l'Institut Friedrich Loeffler de Microbiologie Médicale, Université Médecine Greifswald, Allemagne.

Matériel et Méthodes

En bref, les isolats congelés ont été repiqués sur gélose Columbia enrichie à 5 % de sang de moutonnes et incubés à 37 °C pendant 24 heures. La préparation des échantillons a été effectuée selon trois méthodes recommandées par le fabricant : transfert direct (DT), transfert direct étendu (eDT) et extraction protéique (PE). La majorité des échantillons ont été identifiés par la méthode DT ou, en cas échéant, par la méthode eDT.

Pour la méthode DT, une biomasse microbienne d'une colonie pure a été directement déposée en fine couche sur une plaque cible MALDI (MBT Biotarget 96, Bruker Daltonics, GmbH, Bremen, Allemagne) à l'aide d'un cure-dent. Ensuite, 1 µL de matrice α -cyano-4-hydroxycinnamique (HCCA) a été déposée sur le spot.

La méthode eDT est similaire à DT, mais avec l'ajout préalable de 1 µL d'acide formique à 70 % sur le spot avant l'application de la matrice.

La méthode PE (extraction protéique) a été utilisée pour quelques isolats. Dans ce cas, la biomasse bactérienne a été transférée à l'aide d'une anse d'inoculation dans un tube contenant 300 µL d'eau ultrapure (HPLC grade), puis vortexée. Ensuite, 900 µL d'éthanol absolu ont été ajoutés, suivis d'une centrifugation à 14 500 rpm ($20\ 200 \times g$) pendant 2 minutes. Le surnageant a été éliminé, et une nouvelle centrifugation de 2 minutes a été effectuée. Le surnageant résiduel a été retiré par pipetage, puis les tubes ont été laissés ouverts à l'air libre pendant 5 à 10 minutes. Ensuite, 25 µL d'acide formique à 70 % ont été ajoutés, le contenu a été vortexé, puis 25 µL d'acétonitrile (Merck KGaA/Sigma-Aldrich, Darmstadt, Allemagne) ont été ajoutés. Le mélange a de nouveau été vortexé, ré-suspendu par pipetage, puis centrifugé à 14 500 rpm pendant 2 minutes. Enfin, 1 µL du surnageant a été déposé par spot sur la plaque cible MALDI (MBT Biotarget 96, Bruker Daltonics, GmbH, Bremen, Allemagne).

Un Bacterial Test Standard (BTS) (MBT Biotarget 96, Bruker Daltonics, GmbH, Bremen, Allemagne) a été utilisé à chaque série d'analyses pour calibrer l'appareil. Le système MALDI Biotyper® sirius avec le logiciel MBT Compass HT, version 5.1.410 (Bruker Daltonics, GmbH, Bremen, Allemagne) a été utilisé pour la mesure et l'identification des échantillons.

Les profils de spectre des isolats ont été comparés à une base de données de spectres de référence, avec des scores allant de 0 à 3. Une identification de haute confiance a été attribuée pour un score $\geq 2,0$. Les isolats ayant un score entre 1,7 et 1,99 ont été classés comme identification à faible confiance. Ces isolats ont généralement été ré-identifiés à l'aide de la

Matériel et Méthodes

méthode eDT. Si celle-ci ne permettait pas d'atteindre un score $\geq 2,0$, la méthode PE était alors utilisée.

Les isolats obtenant un score $\leq 1,7$ étaient considérés comme non fiables et ré-identifiés en suivant la méthode d'extraction décrite précédemment (Freiwald et Sauer, 2009 ; Idelevich et al., 2023) (Figure 13).

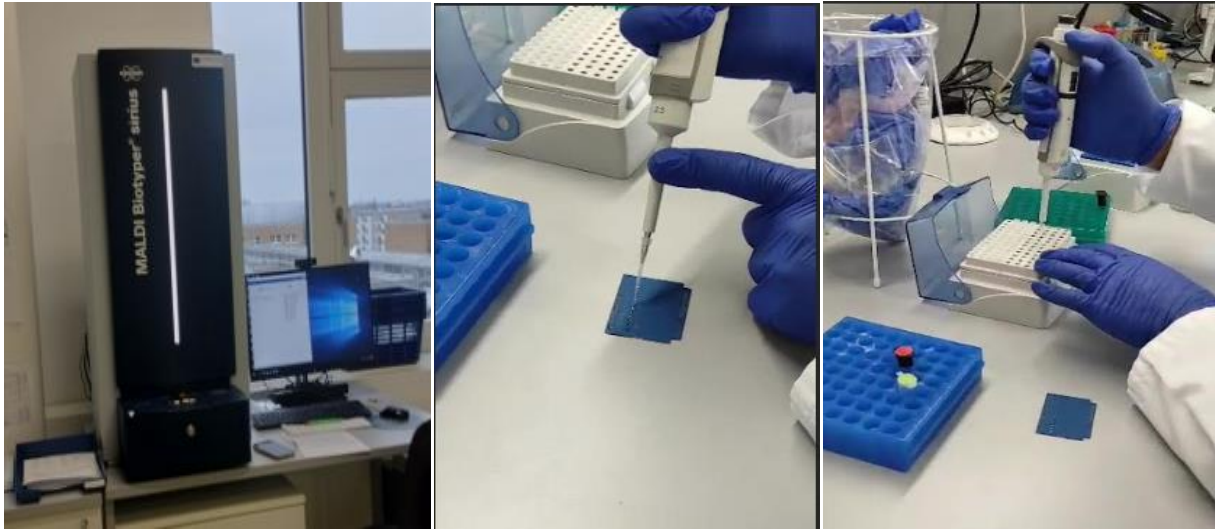
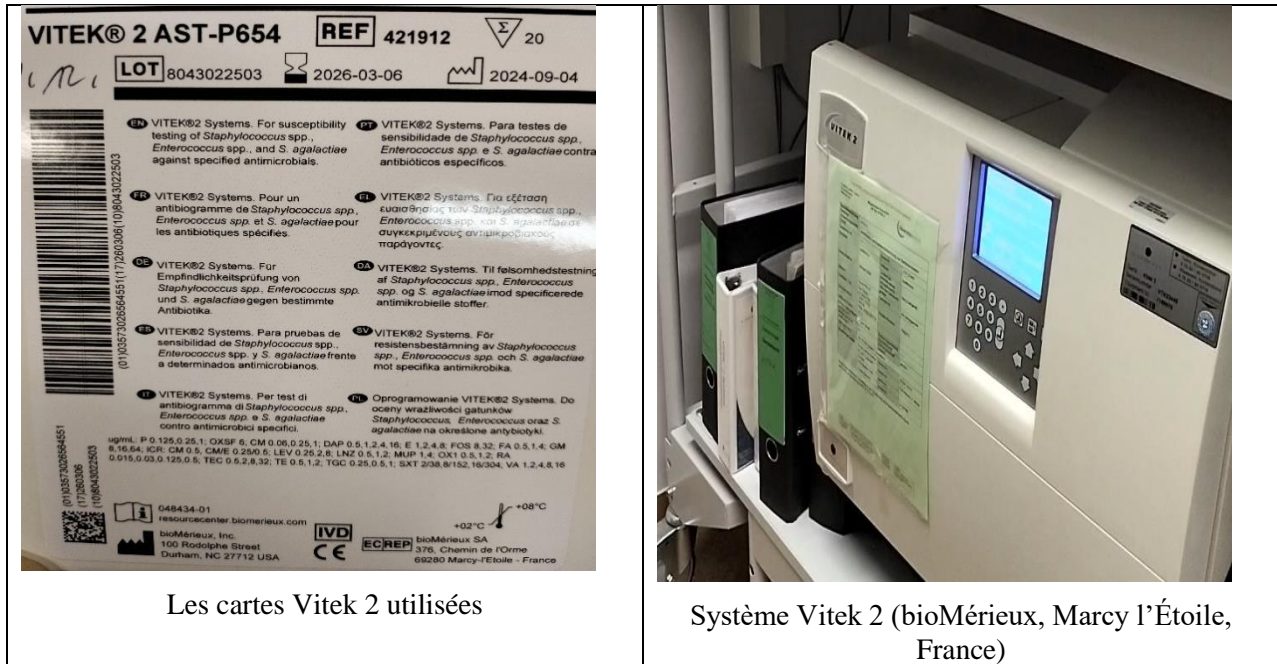


Figure 13 : Technique d'identification des espèces bactériennes par spectrométrie de masse MALDI-TOF MS (Photos personnelles).

4.3.6. Test de sensibilité aux antimicrobiens

Les tests de sensibilité aux antimicrobiens ont été réalisés à l'aide du système Vitek 2 (logiciel AES, bioMérieux, Marcy l'Étoile, France), conformément aux instructions du fabricant. Les cartes Vitek suivantes ont été utilisées : AST-P654 et AST-P655 pour les staphylocoques et *Mammaliicoccus*, AST-N428 pour les entérocoques et streptocoques, et AST-ST03 pour *Escherichia coli* (Figure 14). L'interprétation des résultats (R : résistant ; I : intermédiaire ; S : sensible) a été effectuée selon les seuils définis par les directives CLSI (CLSI, 2024). Les souches de référence suivantes (*S. aureus* ATCC 29213, *E. faecalis* ATCC 29212, *S. pneumoniae* ATCC 49619, *E. coli* ATCC 25922) ont été utilisées comme contrôle interne de qualité dans cette étude.



Les cartes Vitek 2 utilisées

Système Vitek 2 (bioMérieux, Marcy l'Étoile, France)

Figure 14 : Tests de sensibilité aux antimicrobiens à l'aide du système Vitek 2 (Photos personnelles)

4.3.7. Traitement des données et analyse statistique

Une analyse descriptive ainsi que des tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel IBM® SPSS® Statistics, version 23 (IBM Corp., Armonk, NY, États-Unis). Un test du Chi-deux de conformité (Goodness-of-Fit) a été utilisé pour évaluer si les distributions de fréquence du nombre, de la position latérale du trayon et du score CMT des quartiers infectés s'écartaient significativement d'une distribution attendue égale.

Pour examiner les associations entre les facteurs de risque potentiels (parité, race de la vache, système d'élevage, méthode de traite, production laitière quotidienne, score de saleté de l'animal, stade de lactation, antécédents de mammites subcliniques, désinfection avant et après la traite) et les résultats du CMT (positif vs négatif), le test du Chi-deux de Pearson (X^2) a été appliqué. De plus, le test *t*-Student a été utilisé pour comparer les moyennes des performances de reproduction entre les vaches atteintes ou non par mammite. Les résultats ont été considérés comme statistiquement significatifs pour une valeur de $p < 0,05$.

*Résultats et
Discussion*

Manière de présentation des résultats selon l'approche méthodologique

La présentation des résultats dans cette thèse suivra la même logique séquentielle et articulée que celle adoptée dans l'approche méthodologique. Ainsi, chaque volet donnera lieu à une section de résultats spécifiques, dont l'organisation interne respectera la nature des données collectées et les objectifs analytiques visés. Pour chaque volet, les résultats seront non seulement présentés, mais également discutés de manière critique, en relation avec les objectifs spécifiques de l'étude, les cadres théoriques mobilisés ainsi qu'avec les données issues de travaux antérieurs réalisés à l'échelle nationale et internationale.

Dans **la première partie**, les résultats relatifs à la situation de l'élevage bovin dans la région de haut Cheliff, la caractérisation des typologies d'exploitations et des pratiques d'élevage seront présentés sous forme de descriptions détaillées, de tableaux synthétiques et d'illustrations graphiques, puis discutés afin de mettre en perspective les dynamiques observées et leurs implications structurelles.

La deuxième partie proposera une présentation ordonnée des performances zootechniques et technico-économiques, suivie d'une discussion analytique portant sur les relations entre les pratiques de gestion zootechniques, les principales contraintes identifiées et les niveaux de performances de production et reproduction enregistrés.

Enfin, **la troisième partie** s'inscrit dans la continuité analytique des volets précédents et constitue un approfondissement de la problématique sanitaire révélée comme déterminante, les données sanitaires seront exposées, puis discutées pour éclaircir leur impact sur les performances de production et la reproduction des vaches laitières. Plus spécifiquement, ce volet se focalise sur l'investigation des mammites subcliniques, identifiées comme le principal facteur sanitaire influençant les performances des élevages laitiers dans la région d'étude.

Cette organisation progressive et intégrée de la présentation des résultats et la discussion vise à assurer une cohérence logique et une progression analytique permettant de comprendre, de manière holistique, les interactions entre facteurs structurels, techniques, économiques et sanitaires qui façonnent les performances de la filière laitière locale dans la région du Haut Cheliff.

Partie 1 : Situation et typologies d'élevage bovin dans la région de Haut Cheliff

1. Evolution du cheptel bovin

Les données recueillies sur l'évolution du cheptel bovin total ainsi que celles des vaches laitières entre les années 2014 au 2023 sont présentés dans le tableau 07. Au cours de cette décennie, le cheptel bovin total a passé de 46 177 têtes en 2014 à 18 900 têtes en 2023, soit une baisse significative de 59,1%. Cette diminution n'a toutefois pas été régulière : une baisse continue est observée de 2014 à 2016, suivie d'une légère reprise en 2017, puis d'une chute brutale du nombre en 2018 (diminution de 35,6%) par rapport à l'année précédente. À partir de 2018, la baisse s'est poursuivie de manière plus progressive jusqu'en 2023.

Tableau 07 : Evolution d'effectif des cheptels bovins et vaches laitières (2014- 2023)

Année	Total cheptels bovins	Total vaches laitières
2014	46 177	21800
2015	40 800	20400
2016	39 710	18600
2017	41 835	18833
2018	26 941	13096
2019	27 407	12971
2020	26 707	12627
2021	21 896	11297
2022	20 757	10358
2023	18 900	9897

Cette dynamique de diminution des cheptels bovins dans la région de haut Cheliff suggère que, outre les tendances structurelles à long terme, des facteurs conjoncturels ont pu accentuer certaines phases de décroissance. Parmi ces éléments, on peut citer des contraintes économiques, climatiques et surtout sanitaires, telles que l'épidémie de fièvre aphteuse ayant frappé le pays en 2016 puis en 2020. En effet, cette situation a touché le cheptel bovin à échelle nationale et n'ont plus que la région d'étude, Abdelli et al. (2021) estiment que le cheptel a diminué de 8,9 % entre 2015 et 2016, et de 1,6 % entre 2018 et 2019, soulignant l'impact de ces perturbations sur les effectifs.

De manière parallèle, le nombre de vaches laitières a suivi une tendance similaire, passant de 21 800 têtes en 2014 à 9 897 têtes en 2023, ce qui représente une réduction de 54,6 % (diminution oscillant entre 45 % et 55% sur toute la période), bien que ce recul soit légèrement moins prononcé que celui du cheptel total, il traduit une contraction marquée du secteur laitier. À partir de 2021, toutefois, la baisse semble ralentir, ce qui pourrait indiquer une tentative de

stabilisation ou une réorganisation stratégique axée sur la production laitière, ce qui souligne le rôle central et constant de la filière laitière au sein de l'élevage bovin.

La régression observée peut s'expliquer par plusieurs facteurs structurels : le recul des rendements en fourrages, la flambée des prix des matières premières pour l'alimentation animale, ainsi que la fragilité sanitaire des vaches importées, souvent sujettes à des pathologies telles que les problèmes digestifs, les mammites, les avortements tardifs ou la brucellose (Senoussi, 2008). À cela s'ajoute l'orientation progressive des éleveurs vers la production de viande ou la production mixte, en réponse à des politiques publiques contraignantes, notamment la fixation de prix à la consommation peu incitatifs.

2. Statut juridique des exploitations

Le tableau 08 ci-dessous présente la répartition des exploitations agricoles selon le statut juridique : fermes pilotes, EAC (Exploitations Agricoles Collectives), EAI (Exploitations Agricoles Individuelles), et exploitations privées. Les données incluent le nombre d'exploitations, le cheptel laitier, la production totale de lait, la quantité du lait collectée, ainsi que les taux de collecte.

Tableau 08 : Répartition du cheptel bovin selon le statut juridique des exploitations

Statut juridique	Nb des exploitations	Nb de vaches laitières	Lait produit (L)	% Production	Lait collecté (L)	% collecte du lait	Taux de collecte
Ferme pilote	3	982	2515200	9,5%	2111500	44,6	84,0%
EAC	52	236	637350	2,4%	435000	9,2	68,3%
EAI	5	62	121290	0,5%	49000	1,0	40,4%
Ferme Privé	2481	11816	23081769	87,6%	2143806	45,2	9,3%
Total	2547	13096	26355609	100	4739306	100	

Le secteur privé constitue l'acteur principal de la filière lait dans la région d'étude, regroupant 97,4 % des exploitations (2 481/2 547), contenant 90,2 % des vaches laitières, et assurant 87,6 % de la production de lait. Toutefois, son taux de collecte reste extrêmement faible (9,3 %), ce qui reflète un ancrage dans des circuits informels : consommation familiale, vente directe, ou transformation artisanale.

Cette faiblesse de la collecte dans le secteur privé a été bien documentée par Belhadia et al. (2014), qui expliquent que la majorité des éleveurs privés ne disposent ni de moyens de réfrigération ni d'un accès régulier aux circuits formels de collecte. L'insuffisance des infrastructures, notamment les centres de collecte, aggrave la situation, tout en réduisant la visibilité du lait produit dans les statistiques officielles.

À l'inverse, les fermes pilotes, bien que très peu nombreuses (seulement trois exploitations recensées), affichent un taux de collecte remarquable de 84,0 % et produisent près de 10 % du lait. Avec à peine 7,5 % des vaches du cheptel total, ces fermes génèrent un volume disproportionné de lait collecté (44,6 %).

Cette performance peut s'expliquer par une meilleure organisation technique et logistique, un encadrement vétérinaire renforcé, et une intégration dans les circuits industriels. Selon Ghoribi et al. (2015), ces unités bénéficient d'une gestion plus rationalisée, avec des pratiques modernes d'élevage, des régimes alimentaires équilibrés, et un accès régulier à des services vétérinaires.

Les EAC et EAI apparaissent comme des structures intermédiaires. Elles ne représentent ensemble que 2,9 % de la production, mais avec des taux de collecte relativement élevés (68,3 % pour les EAC et 40,4 % pour les EAI), elles participent davantage à l'approvisionnement industriel que ne le fait le secteur privé. Leur structure juridique les inscrit davantage dans des dispositifs publics ou para-publics, favorisant leur accès aux chaînes de collecte et de transformation formelles. Cependant, leur nombre et pouvoir productif reste limité, ce qui réduit leur impact global sur le marché.

En additionnant les volumes, on constate que sur 26,4 millions de litres de lait produits, seulement 4,7 millions sont collectés, soit un taux global de collecte d'environ 18 %. Cette situation contribue fortement à la dépendance chronique et continue de l'Algérie aux importations de poudre de lait, malgré un potentiel de production suffisant pour couvrir une part plus importante de la consommation intérieure.

Comme le souligne le Ministère de l'Agriculture et du Développement rural (MADR, 2020) dans ses rapports annuels, cette faible collecte constitue une des principales contraintes majeures de la filière laitière. La stratégie nationale prévoit d'encourager la création de nouveaux centres de collecte, la subvention de la chaîne du froid et la professionnalisation des éleveurs privés pour améliorer la structuration du secteur.

3. Races des vaches

L'analyse de la composition raciale dans la région d'étude révèle que le bovin laitier est répartie en trois types : bovins laitier importé (BLM), les bovins laitiers améliorés (BLA) et bovin laitier local.

Le bovin laitier importé (BLM) est caractérisé par une prédominance de la race Montbéliarde, qui représente 71 % des effectifs, suivie des races Fleckvieh (16,9 %) et Holstein (9,9 %). Bien

que ce type de bovin ne constitue qu'environ 19 % du cheptel total de vaches laitières, il assure à lui seul près de 43 % de la production locale de lait, avec une productivité moyenne estimée à 14 litres par vache et par jour (L/V/J). Cette performance s'explique notamment par les qualités laitières reconnues de la Montbéliarde en conditions semi-arides.

Les bovins laitiers améliorés (BLA), issus de croisements non contrôlés entre races locales et races importées, représentent 38 % du cheptel laitier. Ils contribuent à environ 41 % de la production locale, avec un rendement moyen journalier de 10 L/V/J. Bien que leur productivité soit inférieure à celle des races pures importées, leur adaptabilité au contexte local leur confère un rôle important dans le système de production.

En revanche, la race locale (BLL), davantage orientée vers la production de viande, reste majoritaire en effectif (43 %), mais ne participe qu'à 16 % de la production locale de lait, avec un rendement moyen journalier limité à 7 L/V/J. La production laitière de cette catégorie est généralement marginale et destinée à l'allaitement des veaux ou à l'autoconsommation.

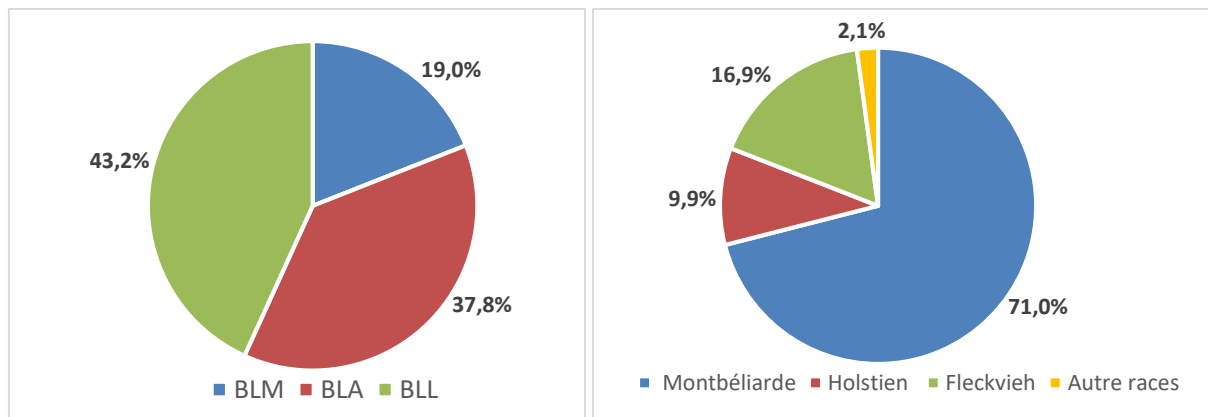


Figure 15 : Type et composition raciale du bovin laitier dans la région d'étude

Ces résultats s'avèrent inférieurs à ceux rapportés par Bendiab et Dekhili (2011), qui indiquaient une proportion de 48 % de BLM, contre 38 % pour BLL et 14 % pour les BLA. Dans leur étude, la race Montbéliarde représentait 88 % des vaches laitières, devant la Holstein (7 %) et la Fleckvieh (4 %), ce qui témoigne d'une plus forte progression des races performantes dans certaines régions.

Plusieurs chercheurs considèrent que les élevages laitiers du nord-ouest de l'Algérie sont majoritairement composés de la race Pie-Noire, représentée en grande partie par des animaux issus de l'importation de la race Prim'Holstein (Ghozlane et al., 2003 ; Belhadia et al., 2009 ;

Kaouche-Adjlane, 2015), connue pour ses capacités de production laitière (Ferrah, 2000 ; Dezetter et al., 2019). À l'échelle nationale, les données de l'ONIL (2021) confirment cette tendance. Le BLM représenterait 28 % du cheptel laitier national, assurant à lui seul environ 70 % de la production totale de lait de vache. En comparaison, le BLA couvre 38 % des effectifs pour 30 % de la production, ce qui confirme la supériorité technico-économique des races pures importées dans les systèmes intensifiés

4. Caractéristiques des élevages bovins laitiers dans la région Haut Cheliff

Les tableaux 09 et 10 présentent les principales données socio-démographiques, professionnelles et structurelles des éleveurs de bovins laitiers dans la région du haut Cheliff. Ces données concernent principalement le statut des éleveurs et système de production, âge, niveau d'instruction, l'ancienneté et la vocation de production des fermes bovines.

Tableau 09 : Caractéristiques des élevages dans la région d'étude

Type d'élevage	Nombre	%
Elevage bovin + autres animaux	1496	58,7%
Elevage bovin seul	1051	41,3%
Activité principale		
Eleveur	1159	45,5%
Agriculteur	1388	54,50
Système de production		
Production laitière	795	31,2%
Mixte (lait + engraissement)	1752	68,8%

Tableau 10 : Composante humaine des fermes

	Nombre	%
Age des éleveurs		
≤35 ans	228	9,0%
36- 45 ans	470	18,5%
46- 55 ans	556	21,8%
56 – 65 ans	453	17,8%
> 65 ans	840	33,0%
Niveau d'éducation des éleveurs		
Aucun	1003	39,4%

Primaire	791	31,1%
Secondaire	584	22,9%
Universitaire	169	6,6%
Ancienneté dans l'activité d'élevage		
≤ 5 ans	60	2,4%
6 à 10 ans	544	21,4%
11 à 20 ans	1640	64,4%
>20 ans	303	11,9%

4. 1. Statut des éleveurs et système de production

Parmi les éleveurs participants dans l'enquête, 58,7% pratiquent l'élevage bovin en association avec d'autres espèces animales, tandis que 41,3 % se consacrent exclusivement à l'élevage bovin, traduisant ainsi une certaine spécialisation au sein de la filière bovin pour ces derniers. Toutefois, il est à noter que seuls 4,6 % (118 exploitations) des éleveurs disposent d'un agrément sanitaire, ce qui met en évidence une faible formalisation et un encadrement sanitaire insuffisant du secteur d'élevage. Cette situation constitue une limite majeure pour le développement durable de la filière et pose des risques importants en matière de sécurité sanitaire des produits d'origine animale.

Ces résultats sont globalement cohérents avec ceux rapportés par Birkounet Benaouda(2014) dans une étude menée en zone semi-aride d'Algérie, où 39 % des exploitants associaient l'élevage bovin à d'autres espèces, contre 55,3 % qui y étaient exclusivement dédiés à l'élevage bovin seulement. Cette convergence met en évidence une tendance régionale vers une coexistence entre systèmes d'élevage spécialisés et mixtes, dans un contexte où la modernisation reste partielle et l'encadrement sanitaire largement perfectible.

4. 2. Activité principale

Le fait que plus de la moitié des participants à l'enquête (54,5 %) se définissent principalement comme agriculteurs, contre 45,5 % qui se considèrent d'abord comme éleveurs, met en évidence l'intégration de l'élevage bovin dans un système de production agricole mixte. Ce résultat indique que l'élevage n'est pas perçu comme une activité autonome, mais plutôt comme une composante complémentaire des exploitations agricoles.

Ce constat est cohérent avec les observations faites dans plusieurs régions rurales d'Algérie et d'Afrique du Nord, où les systèmes de production mixtes - associant cultures céréalières, fourragères et élevage - sont prédominants (Kadi, 2007 ; Guedjal et al., 2023). Cette complémentarité permet aux exploitants de diversifier leurs sources de revenus, de réduire les risques liés aux aléas climatiques ou économiques, et d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles (comme la valorisation des résidus de récolte comme fourrage pour les animaux dans la même exploitation).

Ce constat s'inscrit dans la continuité des structures traditionnelles observées au Maghreb. En effet, dans des contextes tels que celui de la plaine de la Mitidja, l'agriculture et l'élevage bovin laitier sont interconnectés au sein d'exploitations polyculture-élevage, illustrant l'intégration systémique des deux composantes (Laribi et al., 2023).

4. 3. Répartition des éleveurs selon l'âge

L'analyse révèle que l'âge moyen des éleveurs enquêtés est d'environ 54 ans. La population est majoritairement composée de personnes âgées, puisque plus de 50 % des répondants ont plus de 55 ans, dont 33 % ont plus de 65 ans. À l'inverse, les jeunes de moins de 35 ans ne représentent que 9,0 % du nombre total des éleveurs. Cette structure d'âge reflète un vieillissement prononcé de la main-d'œuvre agricole, soulevant ainsi des inquiétudes quant au renouvellement générationnel dans la filière.

Ces résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Cheikhi et al. (2024) dans le sud-ouest de l'Algérie, où l'âge moyen des éleveurs était légèrement plus bas (53 ans) où les adultes de plus de 34 ans représentaient 42 % de la population, traduisant déjà une structure vieillissante mais moins marquée par rapport la région du Haut Cheliff. Des constats similaires ont été faits par Meskini et al. (2022) dans la région de Mostaganem, où l'âge des agriculteurs variait entre 28 et 75 ans, avec une moyenne de $48,2 \pm 12,4$ ans. Près de 43 % des agriculteurs y étaient âgés de moins de 45 ans, contre 57 % de plus de 45 ans.

4. 4. Niveau d'éducation des éleveurs

Le niveau d'éducation des éleveurs enquêtés demeure globalement faible : environ 39,38% sont sans aucun niveau scolaire, 52 % disposent d'un niveau d'éducation moyen, tandis que seulement 6,6% sont titulaires d'un diplôme universitaire. Ce déficit en capital humain qualifié constitue un obstacle majeur à l'adoption des pratiques d'élevage modernes, à l'appropriation

des innovations techniques, ainsi qu'à l'accès aux services administratifs, techniques ou financiers.

Ces résultats apparaissent inférieurs à ceux observés dans d'autres régions du pays. Par exemple, dans la wilaya de Tizi Ouzou, Kadi (2007) rapporte que la majorité des éleveurs possédaient un niveau d'éducation moyen, tandis que seulement 10 % étaient non instruits et 8,8 % diplômés universitaires. Toutefois, 97,5 % des agriculteurs interrogés n'avaient jamais bénéficié de formation agricole, ce qui traduit un autre type de carence en compétences humaines et techniques.

Selon une étude plus récente de Guedjal et al. (2023), menée auprès d'agriculteurs algériens, 80,3 % présentaient un niveau d'éducation moyen, 12,2 % étaient analphabètes, et 7,5 % détenaient d'un diplôme universitaire. Toutefois, 87,1 % de ces agriculteurs n'avaient reçu aucune formation dans le domaine agricole, soulignant une lacune persistante en matière de renforcement des capacités humaines qualifiées.

4. 5. Ancienneté dans l'activité de l'élevage

L'analyse de la répartition des exploitants selon leur ancienneté dans l'élevage laitier met en évidence une structure agricole dominée par des acteurs expérimentés. En effet, les résultats indiquent que 76,3 % des éleveurs justifient de plus de 10 ans d'expérience, dont 64,4 % possèdent une ancienneté comprise entre 11 et 20 ans. Cette répartition traduit une stabilité professionnelle notable et un enracinement profond dans la filière laitière.

Il est intéressant de souligner que ces éleveurs expérimentés sont, dans de nombreux cas, d'anciens maquignons qui se sont progressivement orientés vers l'élevage laitier. Si cette double compétence commerciale et zootechnique leur permet de gérer efficacement les flux d'animaux et de valoriser économiquement leurs troupeaux, elle peut également constituer un frein à la spécialisation laitière. En effet, ces exploitants privilégient souvent des approches plus généralistes, orientées vers la revente d'animaux plutôt que vers l'optimisation technico-économique de la production laitière.

Les exploitants ayant une ancienneté entre 6 et 10 ans représentent 21,4 % de l'échantillon des exploitations faisant partie de cette étude. Ces derniers peuvent être considérés comme des agriculteurs en phase de consolidation de leur activité, ayant dépassé la période d'installation, mais toujours en quête d'amélioration de leurs performances technico-économiques. Leur profil

est stratégique, car ils sont souvent plus réceptifs aux pratiques innovantes et aux recommandations issues de la recherche agronomique, comme l'ont également suggéré Belhadia et Yakhlef (2013) dans leurs travaux sur la modernisation des élevages périurbains.

À l'inverse, la faible proportion des éleveurs ayant moins de 5 ans d'expérience (seulement 2,4 %) est préoccupante. Ce faible taux reflète un déficit de renouvellement générationnel, qui pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs structurels : accès limité au foncier, insuffisance des dispositifs d'aide à l'installation, contexte économique incertain, ou encore attractivité réduite de la profession. Une telle tendance constitue une menace directe pour la durabilité de la filière, car elle compromet la relève nécessaire à sa continuité et à son adaptation aux enjeux contemporains (transition agroécologique, exigences sanitaires, numérisation). Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Meskine et al. (2020) dans les wilayas de Relizane et Mostaganem, où seulement 40 % et 46 % des éleveurs, respectivement, avaient plus de 10 ans d'expérience. La population étudiée ici se distingue donc par un taux d'ancienneté nettement plus élevé, traduisant une implantation durable mais également un besoin urgent de politique de relève générationnelle et de transfert de compétences.

4. 6. Système de production

Le système spécialisé en production laitière, et le système mixte, combinant à la fois production de lait et de viande. Les données révèlent une nette prépondérance du système mixte, qui représente 68,8 % des exploitations, contre seulement 31,2 % pour les exploitations spécialisées en production laitière.

La faible proportion des exploitations strictement laitières (31,2 %) peut s'expliquer par plusieurs contraintes structurelles : coûts élevés de l'alimentation animale, sensibilité sanitaire des vaches laitières, faiblesse des infrastructures de collecte et de transformation du lait, ou encore prix à la production peu incitatifs. Dans certains contextes, la priorité des politiques agricoles ou l'absence de soutien technique spécifique au secteur laitier renforcent également cette marginalisation.

Ces résultats sont en accord avec les travaux de Guedjal et al. (2023), dont les quels 34,0 % des agriculteurs étaient spécialisés dans la production laitière, tandis que 66,0 % adoptaient un système d'élevage mixte lait-viande. Cette prédominance du système mixte est également confirmée par Semara (2018), qui a observé une réduction progressive des exploitations spécialisées dans la production laitière dans la région de Sétif. Les auteurs expliquent ce

glissement vers des systèmes mixtes par la faible rentabilité économique du lait en tant que produit principal, un phénomène accentué par l'augmentation des prix des aliments concentrés, rendant l'élevage laitier moins viable économiquement.

5. Typologie de l'élevage bovin dans le Haut Cheliff

Le tableau 11 présente la distribution des éleveurs selon la taille de leur cheptel laitier, exprimée en nombre de vaches laitières (VL) par exploitation. L'analyse porte à la fois sur le nombre d'éleveurs, le nombre de vaches laitières correspondantes, et les proportions (%) associées.

Tableau 11 : Classification des exploitations selon la taille de cheptel laitier

Nombre des vaches	0	1 à 5 VL	6 à 20 VL	plus de 20 VL	Total
Nombre des xploitations	421	1751	345	28	2547
Moyenne des VL/exploitation	0	2,3	9,2	36	-
% exploitation	16,5%	68,8%	13,6%	1,1%	100%
% VL	0	31,3 %	52 %	16,7 %	100%

Au total, 2547 éleveurs sont recensés dans l'enquête, avec un cheptel cumulé de 13 096 de vaches laitières, confirmant une moyenne d'environ 5,1 VL par exploitant. Ce chiffre, bien qu'utile, masque les fortes disparités observées entre les différentes classes.

L'analyse de la structure du cheptel laitier dans la région du haut Cheliff, selon le nombre de vaches laitières par exploitation, met en évidence une forte hétérogénéité des systèmes de production. Les exploitations ont été classées en cinq catégories, en fonction de la taille de leur cheptel :

Groupe 1 : [0 VL]

Cette catégorie représente 16,5 % des élevages bovins totaux qui ne détiennent aucune vache laitière. Ces exploitants s'orientent principalement vers la production de viande, élevant uniquement des bovins mâles ou des bovins à engraissement, avec un système alimentaire basé sur les aliments solides et concentrés.

Groupe 2 : [1 à 5VL]

Elle constitue la majorité des élevages bovins totaux (68,8 %), ce qui regroupe un part de 31,3 % des vaches laitières dans la région d'étude. Ce type d'élevage reste essentiellement familial, souvent à vocation mixte ou d'autoconsommation. Il est composé de 11,8 % de BLM, 44,8 % de BLA, et 43,5% de BLL.

Dans cette catégorie, les éleveurs disposent d'une superficie agricole utile très limitée, estimée en moyenne à 2,5 ha, dont 2,3 ha de surface fourragère principale. Les cultures fourragères sont

dominées par l'orge et l'avoine, tandis que les surfaces irriguées restent marginales, avec seulement 0,2 ha en moyenne, dont 80,7% des exploitations pratiquant l'élevage hors sol.

Groupe 3 : [6 à 20 VL]

Cette catégorie représente 13,6 % des élevages bovins totaux, soit 52 % des vaches laitières dans la région d'étude. Ce groupe se compose de 67,6 % de BLM, 18,4 % BLA, et 14% BLL. Il est subdivisé en deux sous-groupes, exploitations sans terre et exploitations avec terre.

- **Exploitations sans terre** : Cette catégorie représente 8,2 % des élevages bovins totaux, soit 31,4 % des vaches laitières dans la région d'étude. Elle comprend 60 % des élevages bovins de groupe 3. Ce groupe produit environ 1 850 200 litres de lait par an, soit 10 % de la production laitière totale, avec une structure génétique répartie en 36,5% de BLM, 43 % BLA, et 20,6 % BLL. Ces exploitations se caractérisent par une surface agricole utile relativement faible, de 1,6 hectare en moyenne. La part des cultures fourragères reste marginale, ne représentant qu'environ 7 % (soit 0,1ha) de la surface agricole totale, ce qui reflète une faible concentration sur l'autoproduction d'aliments pour animaux.

- **Exploitations avec terre** : Ces exploitations représentent 5,4 % des élevages bovins totaux, cette classe regroupe 20,6 % des vaches laitières dans la région d'étude, avec 8 % de la production laitière totale, avec une structure génétique répartie en 61,4 % de BLM, 23,40% BLA, et 15,2 % BLL. Il s'agit d'exploitations agricoles disposant d'une superficie agricole moyenne de 24,2 hectares et d'une superficie fourragère considérable d'une moyenne de 18,4 hectares, la superficie fourragère irriguée ne représentant en moyenne que 17% de la superficie fourragère.

Groupe 4 : [Plus de 20 VL]

Cette catégorie, très restreinte représente 1,1 % des élevages bovins totaux, détient néanmoins que 8 % des vaches laitières dans la région d'étude (soit 1105 VL), avec une proportion de 14,2 % de la production laitière totale. Cette catégorie se distingue par dominance de BLM 95,9%.

Ces exploitations disposent d'une superficie agricole important, couvrant 62,7 hectares, la superficie fourragère ne représentant que 28% de la superficie agricole totale

L'analyse des résultats montre que le cheptel bovin de la région du haut Cheliff est un élevage familial constitué principalement de petite taille soit 54% du cheptel qui est composé de 01 à 05 vaches laitières, où la majorité de la production laitière est destinée à l'autoconsommation ou à l'allaitement des veaux soit 69% de la production totale.

Les résultats obtenus pour la caractérisation de l'élevage laitier dans notre étude sont similaires aux travaux de Belhadia (2016) et Djermoune et al. (2017) dans le bassin de Cheliff. La structure de l'élevage bovin en Algérie se caractérise par une prédominance des petites exploitations, plus de 80% d'entre elles détenant un effectif inférieur à dix vaches et assurant la moitié de la production laitière régionale. Ces systèmes sont généralement familiaux, faiblement mécanisés et à faible capitalisation, où une partie importante de la production est destinée à l'autoconsommation ou à l'allaitement des veaux (estimée à 65 % de la production totale).

Ces observations rejoignent les conclusions de plusieurs études antérieures menées en Algérie, notamment celles de Guedjal et al. (2023) et Semara (2018), qui ont mis en évidence la faible capitalisation des exploitations laitières, leur vulnérabilité structurelle face aux aléas économiques et climatiques, ainsi que leur forte dépendance aux politiques publiques, notamment en matière de soutien aux intrants et d'encadrement technique. Elles soulignent également la pression exercée par le coût croissant de l'alimentation animale, facteur central de fragilité pour les petites exploitations.

Partie 2 : Performances zootechniques et technico-économiques

1. Performances zootechniques des exploitations étudiées

1.1. Conduite de l'alimentation

1.1.1. Potentiel foncier (surfaces agricoles)

Dans la présente étude, les exploitations ont été classées en quatre groupes distincts selon la taille du cheptel bovin laitier et la superficie fourragère (SF), afin d'établir une typologie plus précise (Tableau 12).

- **Groupe A** : Exploitations de petite taille, comptant entre 1 à 5 vaches laitières.
- **Groupe B** : Exploitations de taille moyenne, possédant entre 6 à 20 vaches laitières et disposant d'une superficie fourragère.
- **Groupe C** : Exploitations de taille moyenne, possédant entre 6 à 20 vaches laitières mais ne disposant d'aucune superficie fourragère.
- **Groupe D** : Exploitations de grande taille, regroupant plus de 20 vaches laitières.

Tableau 12 : Caractéristiques foncières des exploitations étudiées

	A (Exploitation de petite taille)	B (Exploitation de taille moyenne avec terre)	C (Exploitation de taille moyenne sans terre)	D (Exploitation de grande taille)
BV (têtes)	7,4±2,4	15,6±4,9	17,6±8,6	137,3±107,7
VL (têtes)	4,2±1,0	8,0±1,2	10,2±5,6	72,0±47,7
VL/BV (%)	59,0±0,12	53,6±12,1	58,8±11,4	57,3±9,7
SAU (ha)	4,3±5,1	10,4±5,5	5,4±4,8	740,0±663,0
SF (ha)	0,5±0,4	6,2±6,1	0	146,0±133,7
SFI	0,3±0,1	2,4±1,5	0	22,0±24,2
SF/SAU(%)	8,6±7,9	55,1±36,7	0	46,8±46,0
SFI/SAU (%)	6,7±2,2	27,6±21,7	0	2,7±2,2
UGB/ ha de SAU	2,3±1,8	2,2±1,3	3,3±2,5	2,9±2,1
UGB / ha de SF	1,9±1,6	5,1±4,0	0	6,8±4,6
BV : Bovin laitier, VL : Vache laitière, SAU : Surface agricole utile, SFI : Surface fourragère irriguée, SF : Surface fourragère, UGB : Unité gros bétail.				

Le tableau 12 présente les principales caractéristiques structurelles et zootechniques de quatre catégories d'exploitations bovines. Il ressort que les exploitations de petite taille (A) se distinguent par un effectif réduit de bovins (7,4±2,4 têtes dont 4 vaches laitières), associé à une surface agricole limitée (4,3±5,1ha de SAU), et une très faible superficie fourragère (0,5±0,4ha de SF et 0,3±0,1ha de SFI). Ces exploitations, à vocation laitière, restent faiblement intensifiées, avec une autonomie fourragère quasi inexistante (SF/SAU = 8,6±7,9%). Les exploitations de taille moyenne disposant de terres (B) présentent des effectifs plus élevés (15,6 bovins dont presque la moitié des vaches laitières), avec des superficies agricoles plus importantes (10,5 ha de SAU dont 6,2ha de SF et 2,4 ha de SFI). Elles assurent une meilleure couverture fourragère, avec une proportion de surfaces fourragères principale et irriguée atteignant respectivement 55% et 27% de la SAU, ce qui traduit une stratégie de production plus équilibrée.

Les exploitations de taille moyenne sans terres (C) disposent de superficies agricoles très limitées (5,4 ha de SAU), et surtout d'une absence totale de surfaces fourragères. Cette contrainte structurelle accentue leur dépendance aux ressources fourragères externes, limitant leur autonomie alimentaire. Enfin, les exploitations de grande taille (D) présentent des effectifs considérables (137 bovins dont plus la moitié des vaches laitières). Leur superficie agricole est très étendue (740 ha de SAU dont 146 ha de SF et 22ha de SFI). Cependant, malgré leur dimension, la part des surfaces fourragères dans la SAU demeure relativement faible (SF/SAU

= 46,8 % et SFI/SAU = 2,7 %), ce qui suggère une orientation plus extensive et possiblement tournée vers la complémentarité entre élevage et grandes cultures.

Dans l'ensemble, l'analyse met en évidence une forte hétérogénéité structurelle entre les catégories d'exploitations : les petites exploitations fonctionnent sur un modèle intensif mais contraint par l'insuffisance foncière, alors que les grandes exploitations disposent de ressources foncières considérables mais exploitent relativement moins intensivement la surface fourragère. Ces résultats confirment la forte variabilité structurelle des exploitations bovines en Algérie, déjà soulignée par plusieurs auteurs (Kadi et Djellal, 2009 ; Bir et al., 2014; Semara et al., 2018). Les petites exploitations (A) reposent sur un modèle intensif contraint par le manque de terres, ce qui rejoint les observations de Belkheir et al. (2015) dans la région de Tizi-Ouzou, où les troupeaux comptent en moyenne 18 têtes pour une SAU limitée, avec une autonomie alimentaire réduite.

Les exploitations de taille moyenne avec terres (B) apparaissent mieux équilibrées grâce à une meilleure intégration fourragère. Ce profil est similaire à celui décrit par Mouhous et al. (2022) dans la région de Kabylie, où les surfaces fourragères représentent jusqu'à 70 % de la SAU, assurant une relative autonomie.

En revanche, les exploitations de taille moyenne sans terres (C) se rapprochent des systèmes hors-sol étudiés par Bir et al. (2014), caractérisés par une forte dépendance aux concentrés importés et une faible durabilité économique. Cette contrainte structurelle constitue une faiblesse majeure de la filière laitière nationale.

Les grandes exploitations (D), avec leurs vastes superficies agricoles, rappellent les fermes céréalières-élevage décrites par Bir et al. (2014) dans la région de Sétif. Ces systèmes disposent d'un potentiel foncier important mais exploitent faiblement les surfaces fourragères, privilégiant une organisation plus extensive, ce qui limite leur autonomie malgré une taille critique favorable.

Le critère UGB/SF permet d'apprécier l'importance des ressources fourragères dans l'alimentation des différentes catégories des animaux d'élevage. La charge animale moyenne des exploitations suivies est de 5,08 UGB/ha de la SF, cette valeur est relativement inadéquate surtout lorsque l'objectif est d'assurer un bilan fourrager excédentaire afin d'obtenir une production laitière au moindre coût.

L'analyse de la charge animale (UGB/ha) met en évidence des différences notables entre les types d'exploitations étudiées (Tableau 12). Rapportée à la SAU, la charge varie entre $2,2 \pm 1,3$

UGB/ha pour les exploitations de taille moyenne disposant de terres (type B) et $3,3 \pm 2,5$ UGB/ha pour celles de taille moyenne sans terres (type C). Les petites exploitations (type A) et les grandes (type D) présentent respectivement des valeurs de $2,3 \pm 1,8$ UGB/ha et $2,9 \pm 2,1$ UGB/ha. Ces résultats suggèrent que les exploitations sans terres (type C) et celles de grande taille (type D) adoptent des systèmes plus intensifiés, avec une densité animale plus élevée par unité de surface.

Lorsqu'elle est rapportée à la surface fourragère (SF), la charge animale apparaît encore plus contrastée. Les grandes exploitations (type D) et les moyennes avec terres (type B) affichent des charges respectives de $6,8 \pm 4,6$ UGB/ha et $5,1 \pm 4,0$ UGB/ha, traduisant une forte pression sur les ressources fourragères. À l'inverse, les petites exploitations (type A) présentent une charge plus modérée ($1,9 \pm 1,6$ UGB/ha), reflétant une utilisation plus extensive des surfaces fourragères. Les exploitations sans terres (type C) ne disposent pas de SF, ce qui traduit une dépendance totale vis-à-vis des achats d'aliments.

Ces résultats trouvent un écho dans plusieurs travaux réalisés en Algérie. À Tizi-Ouzou, Belkheir et al. (2015) ont mis en évidence une forte variabilité du chargement, allant de 0,83 à 17,9 UGB/ha SF, avec une moyenne de 4,13 UGB/ha, en fonction du degré d'intensification et de la disponibilité foncière. Dans la même région, Kadi et Djellal (2009) ont montré que les systèmes hors-sol, comparables aux exploitations de type C, présentaient une autonomie alimentaire quasi nulle et une forte dépendance aux concentrés. De leur côté, Bir et al. (2014) ont rapporté des valeurs de chargement atteignant 4,5 UGB/ha SF dans des systèmes irrigués spécialisés, proches des intensités observées dans les types B et D de notre étude.

Ainsi, nos résultats se situent dans une fourchette intermédiaire par rapport aux données algériennes : les types B et D présentent des charges animales comparables aux systèmes les plus intensifs (Tizi-Ouzou), tandis que les types A et C reflètent soit des pratiques extensives, soit des logiques hors-sol, caractérisées par une dépendance accrue aux intrants alimentaires.

La superficie des exploitations agricoles constitue un indicateur structurant, jouant un rôle déterminant dans l'orientation et l'organisation des systèmes de production (Tirel, 1992).

1.1.2. Pratiques alimentaires

1.1.2.1 Rations alimentaires

Dans l'ensemble des exploitations suivies, les éleveurs distribuent les concentrés principalement au moment de la traite, tandis que les fourrages sont fournis en dehors de cette

période, généralement à raison de deux distributions quotidiennes. L'alimentation des bovins est assurée en stabulation. Les fourrages distribués dans ces exploitations sont constitués de paille, foin, bersim, sorgho, prairies naturelles et d'ensilage. Les quantités moyennes distribuées par jour et par animal sont présentées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Nature des aliments distribués (kg/vache/jour)

Variables	Aliments		Les exploitations étudiées			
			A	B	C	D
Nature de l'alimentation	Fourrage sec	Paille (kg)	6,4±2,7	3,8±2,2	6,4±2,1	3,8±2,5
		Foin (kg)	2,9±2,2	2,8±2,6	3,4±2,1	3,0±2,0
	% Fourrage sec		30,2	15,9	31,0	9,4
	Fourrage vert	Bersim (kg)	3,3±1,1	15,0±9,4	0	21,8±2,4
		prairies naturelles (kg)	0	0	0	13,3±12,6
		Sorgho (kg)	0	0	0	18,8±7,5
		Ensilage (kg)	9,8±7,9	12,8±7,2	12,0±6,9	3,8±7,5
	% Fourrage verte		42,5	66,8	38,0	79,8
	Concentré (kg)		8,4±1,8	7,2±1,3	9,8±1,1	7,8±0,5
	% Concentré		27,3	17,3	31,0	10,8
Quantité Ingérée en kg MS			18,1±2,3	18,3±1,9	21,0±1,3	23,9±2,5

L'analyse des rations alimentaires montre une variabilité importante entre types d'exploitations. Dans les systèmes à faible disponibilité foncière (C), la ration repose essentiellement sur les fourrages secs et les concentrés, qui représentent 62% de la matière brute ingérée. Cette forte dépendance aux concentrés, observée également à Tizi-Ouzou où l'autonomie fourragère est limitée (43 % en moyenne) (Kadi et Djellal, 2009), les mêmes auteurs ont souligné que les concentrés sont quasi intégralement achetés dans ces systèmes de gestion des rations alimentaires. De même, à Constantine, Ghazlane et al. (2008) ont montré que les concentrés représentent plus de 55 % des charges alimentaires, confirmant une faible autonomie structurelle des exploitations.

À l'inverse, les exploitations disposant de ressources foncières plus importantes (types B et surtout D) intègrent davantage de fourrages verts (66,8 % et 79,8 % de la ration). Cette orientation se rapproche des observations de Abdelguerfi et al. (2008), qui insistent sur

l'importance de diversifier les ressources fourragères locales (trèfle, sorgho, ensilage) pour améliorer la qualité des rations et réduire la dépendance aux intrants. Ces résultats traduisent également une tendance déjà mise en évidence dans certaines régions, où les prairies et cultures fourragères assurent une meilleure couverture des besoins en matière sèche (Ghozlane et al., 2009).

Dans la présente étude, la paille constitue la base de l'alimentation dans les systèmes A et C ($6,4 \pm 2,7$ et $6,4 \pm 2,1$ kg MS, respectivement), alors qu'elle est beaucoup moins utilisée dans les exploitations B et D ($3,8 \pm 2,2$ et $3,8 \pm 2,5$ kg MS). Le foin, bien que présent, occupe une place secondaire et est distribué en quantités limitées et relativement homogènes (2,8 à 3,4 kg MS). La proportion des fourrages secs apparaît ainsi plus élevée dans les systèmes A et C (≈ 30 %), alors qu'elle demeure marginale dans le système D (9,4 %).

Selon Ferrah (2000) et Kadi (2007), la majorité des systèmes d'alimentation (respectivement 72 % et 75 %) se caractérisent par un recours intensif au foin, avec des apports quotidiens généralement compris entre 5 et 10 kg par animal.

En revanche, nos résultats concordent davantage avec ceux rapportés par Abdeldjalil (2007), qui souligne que la paille peut représenter plus de 40 % de la ration en matière sèche dans les petites exploitations, traduisant une forte dépendance à ce fourrage de faible valeur nutritive.

La quantité de concentrés distribuée par vache laitière et par jour varie entre $7,2 \pm 1,3$ kg et $9,8 \pm 1,1$ kg, avec une moyenne de $8,3 \pm 1,1$ kg. Cette valeur est comparable à celles rapportées dans l'Est du pays (Allane et al., 2011) (8,16 kg), ainsi que dans le Nord de l'Algérie (Boukhechem et al., 2019) (8,47 kg). En revanche, elle demeure inférieure aux quantités observées dans d'autres régions et contextes d'élevage, notamment à Mostaganem où la moyenne atteint 11,3 kg (Meskini et al., 2022), et au Maroc, où les apports journaliers sont encore plus élevés, de l'ordre de 14 kg (Srairi et al., 2003).

Sur le plan économique, la dépendance excessive aux concentrés reste un facteur limitant de réussite d'élevage bovin laitier. Selon Ghozlane et al. (2009), ceux-ci peuvent représenter jusqu'à 80 % du coût de production du lait dans la région de Constantine. Cette contrainte, retrouvée dans nos systèmes A et C, pèse lourdement sur la rentabilité des exploitations. En revanche, les systèmes intégrant davantage de fourrages verts, comme dans nos résultats pour B et D, réduisent la part des concentrés (17,3 % et 10,8 %) et tendent vers une alimentation plus autonome.

1.1.2.2. Valeurs nutritifs

Tableau 14 : Apports nutritifs moyens par vache laitière et par jour selon les groupes d'exploitation

	Type d'exploitations	A	B	C	D
Apports nutritifs (VL/j)	MS (kg)	18,6±2,0	18,0±1,1	21,4±1,2	24,0±1,2
	UFL	14,6±1,6	14,7±0,8	17,1±1,1	18,9±1,1
	PDIN (g)	1493,7±154,3	1415,3±121,0	1694,6±68,4	1896,8±179,6
	PDIE (g)	1636,2±143,6	1555,0±90,2,	1883,0±83,7	2036,8±179,6
% / CC	MS	42,3±11,6%	33,3±3,5	40,5±6,1%	28,5±1,1
	UFL	52,4±13,1%	40,0±5,0%	49,7±7,8%	35,4±0,9
	PDIN	65,8±9,4%	54,1±2,1%	65,2±5,4%	46,2±1,7
	PDIE	52,9±12,1%	42,9±4,1%	51,2±6,7%	37,4±1,0

Les quantités de matière sèche (MS) ingérées par vache et par jour varient entre 18 et 24 kg, avec une moyenne de $20,5 \pm 2,8$ kg. Rapportées au poids vif, ces ingestions correspondent à 3,5 kg de MS/100 kg de poids vif, une valeur légèrement supérieure aux standards de référence mentionnés dans la littérature (3 kg/100 kg de poids vif) (Jarrige, 1988).

Ce résultat dépasse ceux rapportés par Boukhechem et al. (2019) dans le nord de l'Algérie ($15,9 \pm 4,74$ kg/vache/j), mais reste très proche des observations de Ouarfli et Chehma (2011) en zone désertique à Ouargla (19,5 kg/vache/j), Ghozlane et al. (2009) à Constantine ($19,3 \pm 2,02$ kg/vache/j) ainsi que de Srairi et Kessab (1998) au Maroc (19,4 kg/vache/j).

L'apport énergétique, exprimé en UFL, suit la même tendance, avec des valeurs de $14,6 \pm 1,6$ UFL (groupe A) à $18,9 \pm 1,1$ UFL (groupe D). L'amélioration observée dans les groupes C et D reflète une ration plus riche en concentrés et fourrages de meilleure qualité. Ces valeurs sont supérieures à celles rapportées par Boukhechem et al. (2019) dans le nord de l'Algérie ($15,9 \pm 4,7$ kg MS, soit environ 14,5 UFL), et proches de celles observées par Ouarfli et Chehma (2009) à Ouargla en zone aride (19,5 kg MS/j).

Concernant les apports protéiques, les teneurs en PDIN et PDIE augmentent progressivement du groupe A ($1493,7 \pm 154,3$ g et $1636,2 \pm 143,6$ g) au groupe D ($1896,8 \pm 179,6$ g et $2036,8 \pm 179,6$ g). Cette progression traduit une meilleure couverture des besoins azotés dans les exploitations plus performantes. Toutefois, l'analyse du pourcentage de contribution des concentrés (%CC) montre une forte dépendance à ces derniers, particulièrement dans les

groupes A et C, où les concentrés couvrent plus de 65% des apports protéiques (PDIN). Ce résultat confirme la tendance nationale décrite par Bir et al. (2015) et Ghozlane et al. (2009), soulignant la dépendance structurelle aux aliments concentrés importés dans les systèmes laitiers algériens. Des observations similaires ont été rapportées au Maroc, Srairi et Kessab (1998) indiquent que les concentrés couvrent fréquemment plus de 60 % des apports protéiques dans les exploitations laitières, traduisant une faible valorisation des ressources fourragères locales.

En revanche, les exploitations du groupe D, malgré les apports nutritifs globaux plus élevés, présentent une proportion relativement plus faible de concentrés (%CC < 47 % pour la PDIN et 37 % pour la PDIE). Cela suggère une meilleure valorisation des ressources fourragères locales (ensilage, sorgho, prairies) et traduit une orientation vers des pratiques plus durables et moins dépendantes des intrants. Ces résultats rejoignent les recommandations de Srairi et Kessab (1998) au Maroc, qui insistent sur l'importance de renforcer l'autonomie fourragère pour améliorer la durabilité des systèmes laitiers.

L'apport des concentrés à la couverture des besoins alimentaires apparaît variable selon les critères étudiés. En matière sèche, leur contribution se situe entre $28,5 \pm 1,1$ % et $42,3 \pm 11,6$ %, ce qui traduit une part modérée dans la ration totale et souligne la prédominance des fourrages de faible valeur nutritive. Sur le plan énergétique, les concentrés assurent $35,4 \pm 0,9$ % à $52,4 \pm 13,1$ % des besoins en UFL. Cette valeur est comparable à ceux rapportés par Ouakli et Yakhlef (2003) dans le bassin laitier de la Mitidja ($56 \pm 0,25$ %), Madani et al. (2004) dans la région semi-aride de Sétif (42–53 %), Ghozlane et al. (2009) à Constantine ($56,0 \pm 7,42$ %), ainsi que par Srairi et al. (2015) au Maroc (51% - 55%). En revanche, il reste inférieur aux valeurs rapportées par Ouarfli et Chehma (2011) dans la région saharienne de Ouargla (71 %) et par Srairi et Kessab (1998) dans six étables spécialisées au Maroc (73,1%), ainsi que par Boukhechem (2019) ($64,7 \pm 17,4$ %). Ces résultats confirment le rôle central des concentrés dans la couverture énergétique, mais mettent également en évidence un déficit chronique susceptible de limiter la production laitière et la reproduction, comme l'ont souligné (Bir et al., 2015) en Algérie et (Srairi et al., 2015) au Maroc.

En ce qui concerne les apports protéiques, les teneurs en PDIN (protéines digestibles dans l'intestin limitées par l'azote) apparaissent relativement mieux couvertes ($46,2 \pm 1,7$ % à $65,8 \pm 9,4$ %) que celles en PDIE (protéines digestibles dans l'intestin limitées par l'énergie), dont la couverture reste plus faible ($37,4 \pm 1,0$ % à $52,9 \pm 12,1$ %). Cette asymétrie suggère que les

rations étudiées sont davantage limitées par l'énergie que par l'azote, confirmant un déséquilibre énergétique-protéique défavorable à une valorisation optimale des protéines ingérées.

Ces résultats rejoignent ceux rapportés en Algérie (Boukhechem et al., 2019) ont montré que la contribution des concentrés peut dépasser 60% des apports protéiques dans les élevages du Nord du pays, traduisant une dépendance structurelle vis-à-vis de ces intrants.

À l'échelle maghrébine, des tendances similaires ont été observées. Au Maroc, Srairi et Kessab (1998) ont souligné que la couverture des besoins en PDIN est souvent assurée par un recours intensif aux concentrés, tandis que les apports en PDIE demeurent insuffisants en raison de la faible valeur énergétique des fourrages disponibles (les concentrés couvrant 55 à 70 % des besoins protéiques dans les exploitations étudiées). La forte proportion de concentrés dans les rations pourrait entraîner une augmentation du risque de maladies métaboliques et une élévation du coût de production.

2. Performances économiques

2.1. L'étable et son équipement

Dans notre étude, les bâtiments d'élevage présentaient une grande hétérogénéité, rendant difficile l'emploi du terme « étable » au sens strict. Dans la majorité des cas, leur état de conservation et leur degré d'adaptation à une production spécialisée, telle que l'élevage laitier, variaient fortement : allant de constructions anciennes, précaires et peu fonctionnelles à des bâtiments plus récents, solides et convenablement équipés.

Les exploitations de groupe D disposent de bâtiments exclusivement dédiés à la production laitière. Ces infrastructures, construites en dur, sont généralement équipées de salles de traite ou de machines à traire, ce qui traduit un niveau de modernisation plus avancé.

À l'inverse, les exploitations de groupe B et C sont faiblement équipées. Leurs bâtiments, souvent anciens et communs à plusieurs types d'élevages, présentent une fonctionnalité réduite. Toutes ces exploitations disposent des machines à traire.

Enfin, les exploitations de type A se distinguent par des installations généralement en très mauvais état, composées pour la plupart de bâtiments anciens et vétustes, et ne disposant d'aucun équipement adapté aux exigences de la production laitière.

Ces constats sont en accord avec ceux rapportés par Belhadia et al. (2009) et Khelili (2012) dans la région du Moyen et haut Cheliff, qui mettent en évidence la précarité et la faible fonctionnalité des infrastructures d'élevage bovin laitier dans ce contexte. En revanche, dans l'Est algérien, Hocine et al. (2011) ont observé que 88 % des élevages disposent d'un hangar, mais que la majorité de ces constructions ne répondent pas aux normes recommandées. Par ailleurs, 66 % des exploitations pratiquent la stabulation entravée et seulement 52 % possèdent une aire d'exercice. Dans la région de Constantine, Foughali et al. (2019) rapportent que 88 % des bâtiments sont mal aérés, bien que 80 % soient correctement éclairés. En outre, 77,1 % des fermes ne disposent ni de nurserie ni de local de stockage pour les aliments, et seules 22,9 % sont équipées d'une machine à traire, les autres utilisant encore des bidons manuels.

Ces résultats soulignent la faible disponibilité d'équipements techniques adaptés à la production laitière, ce qui limite fortement l'efficacité et la modernisation des systèmes d'élevage dans ces régions.

2.2. La main d'œuvre

La main-d'œuvre participe aux différentes activités liées à la production animale et végétale, telles que la traite, l'alimentation, le nettoyage ou encore les travaux de récolte. Dans notre étude, elle se répartit en deux catégories principales :

- La main-d'œuvre familiale, composée des membres de la famille, qui peuvent être rémunérés ou non.
- La main-d'œuvre salariée, qui inclut d'une part une main-d'œuvre permanente, mobilisée tout au long de l'année, et d'autre part une main-d'œuvre saisonnière ou occasionnelle, sollicitée principalement lors des périodes de récolte.

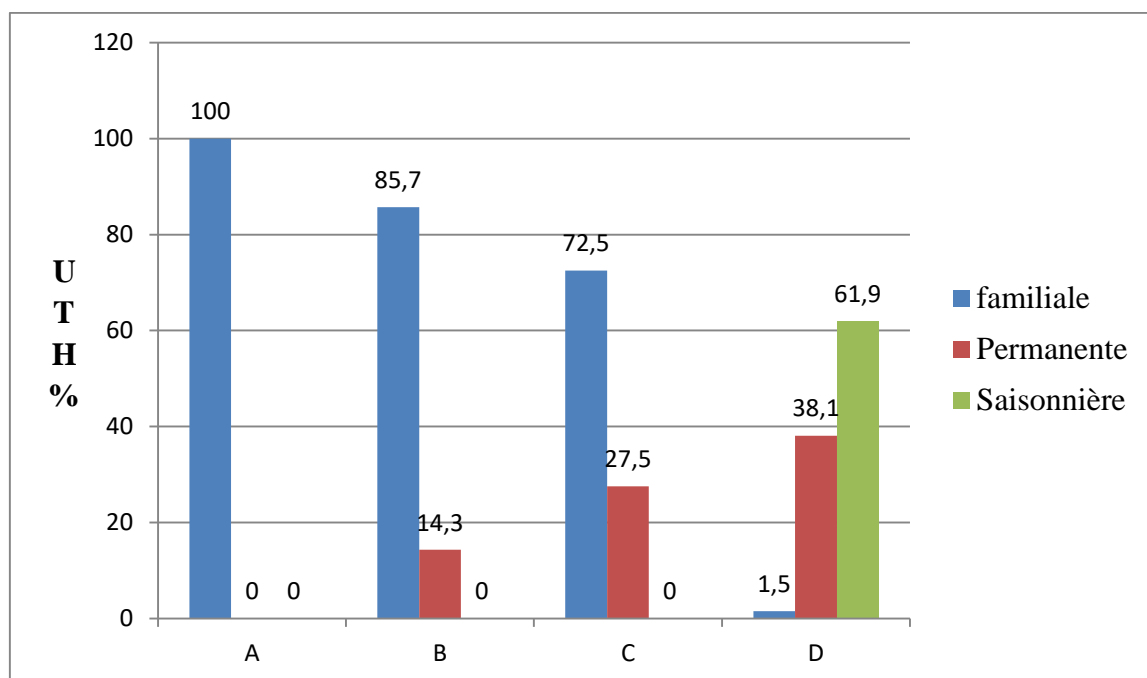


Figure 16 : Main d'œuvre des exploitations étudiées

Dans cette étude, les résultats montrent une forte hétérogénéité dans la structure de la main-d'œuvre entre les exploitations suivies (figure 16). Dans les exploitations de groupe A, la totalité de la force de travail (100 %) est assurée par les membres de la famille, traduisant une dépendance totale à la main-d'œuvre familiale et l'absence de professionnalisation. Les exploitations de groupe B présentent une tendance similaire, bien que légèrement plus diversifiée, avec 85,7 % de main-d'œuvre familiale et seulement 14,3 % de salariés permanents. Dans les exploitations de groupe C, la contribution familiale diminue (72,5 %), au profit des salariés permanents (27,5 %). Enfin, les exploitations de groupe D se distinguent par une structure totalement différente, reposant très faiblement sur la famille (1,5 %) mais fortement sur les salariés, dont 38,1 % permanents et surtout 61,9 % saisonniers, ce qui reflète une organisation de type entrepreneurial avec une forte externalisation des tâches.

D'un point de vue zootechnique et socio-économique, ces résultats traduisent deux logiques d'organisation contrastées : d'une part, des exploitations familiales de petite et moyenne taille, fonctionnant essentiellement sur la main-d'œuvre familiale (groupes A, B et C), et d'autre part, des structures plus grandes (groupe D) qui reposent largement sur le salariat, en particulier saisonnier, ce qui peut améliorer la capacité de travail mais pose la question de la stabilité, de la qualification et du coût de la main-d'œuvre.

Ces constats rejoignent ceux de Belhadia et al. (2009) et Khelili (2012) dans le Moyen et Haut Cheliff, qui mettent en évidence une forte prépondérance du travail familial dans les petites exploitations, tandis que les grandes structures recourent davantage à une main-d'œuvre salariée et saisonnière pour répondre aux besoins intensifs de la production laitière.

2.3. Autonomie alimentaire

2.3. 1. Autonomie en fourrages et en concentrés

L'analyse de l'autonomie alimentaire révèle des disparités marquées entre les exploitations suivies. Les résultats montrent que les exploitations des groupes B et D affichent des niveaux particulièrement élevés d'autonomie fourragère, atteignant respectivement 100% et 95% en fourrages secs et 51,0 ; 94% en fourrages verts (Figure 17). De telles valeurs traduisent une forte capacité de production interne et confèrent à ces systèmes une meilleure résilience face aux fluctuations du marché des intrants.

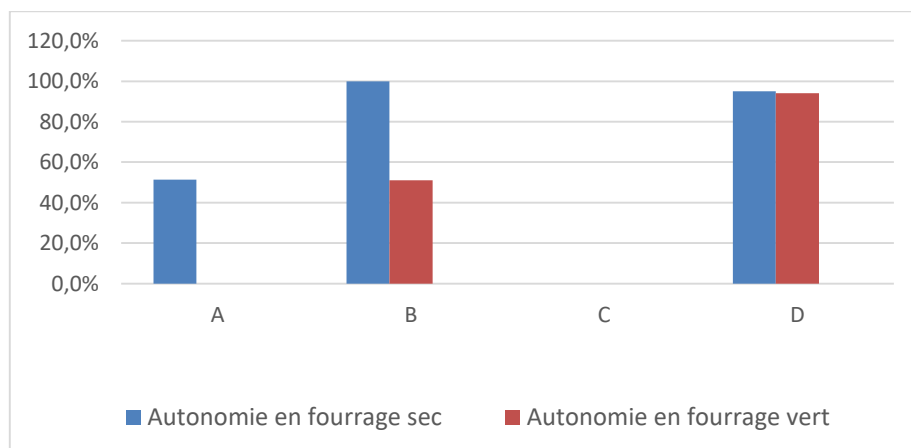


Figure 17 : Autonomie alimentaire des exploitations bovines étudiées

Les exploitations de groupe A présentent, quant à elle, une autonomie plus modérée (51,4 % en fourrages secs et 44,4 % en fourrages verts), ce qui la rapproche des valeurs moyennes rapportées dans plusieurs études en Algérie (\approx 40–60 % ; Bir et al., 2015 ; Kadi et Djellal, 2009). À l'opposé, les exploitation de groupe C se distinguent par une dépendance totale aux achats (0 %), illustrant une fragilité structurelle comparable aux petites unités fortement spécialisées décrites dans la région de Sétif (Bir et al., 2015).

Concernant les concentrés, l'ensemble des exploitations étudiées affiche une autonomie nulle, confirmant les observations déjà rapportées dans le contexte algérien où la dépendance vis-à-vis du marché des aliments concentrés reste quasi totale (Kadi et Djellal, 2009 ; Khelili, 2012. Bir et al., 2015). Ce déficit structurel pèse directement sur la rentabilité des élevages, en raison du poids croissant des charges alimentaires dans le coût de production laitière.

Ces résultats confirment donc les limites déjà soulignées par plusieurs auteurs : si certaines exploitations parviennent à assurer une part importante de leurs besoins fourragers, l'autonomie globale demeure insuffisante et fragilise la durabilité des systèmes laitiers (Devun et al., 2012 ; Khelili 2012 et Bir et al., 2015). Des stratégies d'amélioration, telles que l'augmentation des surfaces fourragères, la diversification des cultures (légumineuses fourragères, associations céréales–protéagineux) et l'optimisation de la conservation des fourrages, apparaissent essentielles pour réduire la dépendance aux intrants extérieurs et améliorer la rentabilité économique. Dans les élevages laitiers performants, en France notamment, le degré d'autonomie descend rarement en dessous de 90% (Paccard et al., 2003 ; Rubin et al., 2004).

2.3. 2. Autonomie en matière sèche totale (UFL et MAT)

L'examen du degré d'autonomie alimentaire (Figure 18) met en évidence des différences importantes entre les exploitations étudiées. Dans Les exploitations de groupe A, l'autonomie reste faible, avec seulement 21,2 % en matière sèche (MS), 15,6 % en énergie (UFL) et 16,8 % en protéines (MAT). Cela traduit une forte dépendance vis-à-vis des achats d'aliments, notamment de concentrés et de fourrages externes, ce qui accroît la vulnérabilité économique de ces exploitations face à la volatilité des prix des intrants.

Les exploitations de groupe B présentent une autonomie intermédiaire (42,4 % MS, 33,3 % UFL et 34,7 % MAT). Bien que les achats d'aliments restent nécessaires, la part de ressources fourragères produites sur l'exploitation est plus importante. Cette situation reflète une meilleure intégration agriculture–élevage et contribue à limiter les charges alimentaires.

Dans les exploitations de groupe C, l'autonomie est totalement inexistante (0% sur les trois critères). Ces exploitations dépendent exclusivement du marché pour l'alimentation du cheptel. Une telle organisation, entièrement basée sur l'achat de concentrés et de fourrages, fragilise fortement la rentabilité et la durabilité économique, surtout dans un contexte de hausse des prix des intrants.

À l’opposé, les exploitations de groupe D enregistrent les taux d’autonomie les plus élevés (66,6 % MS, 59,5 % UFL et 58,8 % MAT). Cette forte autosuffisance traduit une stratégie fondée sur la mobilisation des surfaces fourragères disponibles et une valorisation optimale des ressources internes. Ces exploitations limitent ainsi leurs dépenses alimentaires, ce qui se répercute positivement sur le coût de revient du lait.

Ces résultats confirment que le niveau d’autonomie alimentaire est un déterminant majeur de la performance économique et de la résilience des élevages laitiers. Les systèmes faiblement autonomes (A et surtout C) sont plus exposés aux aléas de marché et aux fluctuations des prix des aliments, tandis que les systèmes plus autonomes (B et D) disposent d’une meilleure stabilité économique et d’une plus grande durabilité. Des études menées en Algérie (Khelili, 2012 ; Boukhechem et al., 2019 ; Bir et al., 2021) soulignent également l’importance de renforcer l’autonomie fourragère pour améliorer la compétitivité et la viabilité des exploitations bovines laitières.

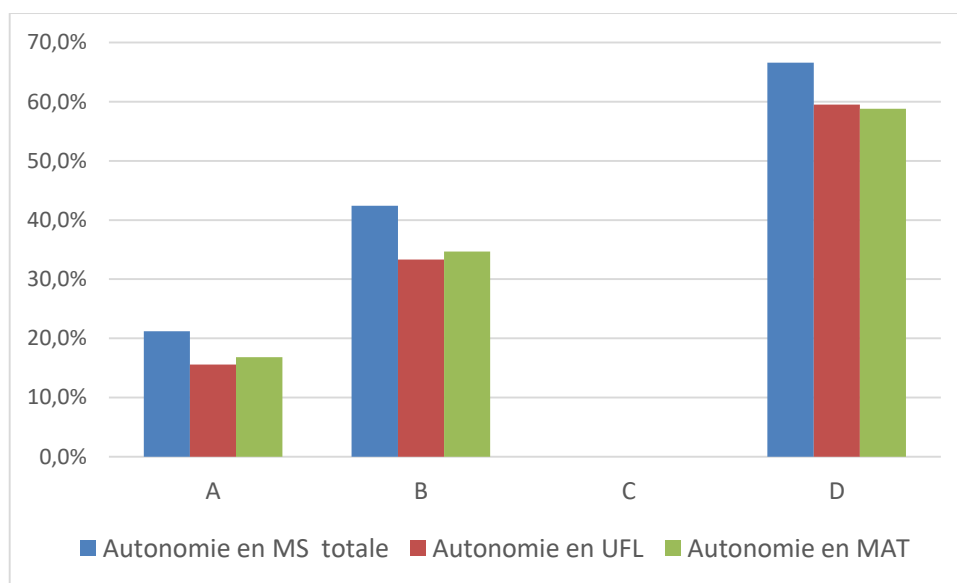


Figure 18 : Degré d’autonomie en matière sèche totale, UFL et MAT des exploitations

2. 3. 3. Analyse du coût de production d’un kg de lait

Tableau 15 : Les différentes charges et coût de production laitière

Type d’exploitations	A	B	C	D
Nombre des exploitations	9	5	5	4
Moyenne de production laitière (kg/vache/an)	4060,0	4553,0	3880,0	5002,0

Résultats et Discussion

Charges fixes DA		173015,8 (14,3%)	143829,1 (6,9%)	81448,2 (2,6%)	2706794,5 (16,8%)
Charge variable	Charge alimentation (DA/vache/an)	926783,9 (76,6%)	1467474,0 (70,4%)	2837529,7 (90,6%)	10271318,6 (63,8%)
	Autre charge variable (DA/vache/an)	110101,0 (9,1%)	473177,0 (22,7%)	213018,3 (6,8%)	3125703,2 (19,4 %)
Total charge (DA/vache/an)		1209900,7	2084480,1	3131996,2	16103816,3
Coût de production d'un kg de lait (DA)		68,7	67,3	82,0	56,4
Marge brute de kg lait (DA)		3,3	4,7	-10,0	15,6
Quantité de lait vendue (%)		85,2%	89,3%	90,5%	97,2%
Sous-produits		472871,1	754688	1228512	3902080
Marge brute Moyenne (DA / Exploitation/an)		496560,9	1292735,9	945361,2	9308811,7
Marge brute Moyenne (DA/vache/an)		26214,5	59147,1	20884,1	52313,0

Dans notre étude, les résultats montrent que les charges alimentaires constituent le principal poste de dépense (Tableau 15), avec des proportions comprises entre 63,8 % (D) et 90,6 % (C). Ce constat rejoint les résultats de Yerou et al. (2019) ; Khelili 2012 et Mouhous et al. (2020), qui soulignent que les dépenses alimentaires constituent entre 60 et 86 % du coût total en élevage laitier algérien. La dépendance extrême des exploitations de groupe C vis-à-vis des aliments achetés traduit une autonomie fourragère quasi nulle, rendant ces exploitations très vulnérables à la volatilité des prix des concentrés. En revanche, le groupe D, où la part alimentaire est la plus faible, semble mieux valoriser les ressources fourragères locales, réduisant ainsi les charges et améliorant la maîtrise des coûts.

Le coût de production d'un kilogramme de lait présente une variabilité marquée selon les exploitations étudiées (Tableau 16), oscillant entre 56,4 DA dans les exploitations du groupe D et 82 DA dans celles du groupe C. Cette disparité reflète principalement les différences dans la structure des charges et le degré d'autonomie alimentaire. Les exploitations du groupe C, caractérisées par une forte dépendance vis-à-vis des aliments achetés, enregistrent le coût le plus élevé, traduisant une fragilité économique accentuée face à la volatilité des prix des

concentrés. À l'inverse, les exploitations du groupe D affichent le coût le plus faible, ce qui suggère une meilleure valorisation des ressources fourragères locales ainsi qu'une organisation technique plus efficiente. Les exploitations des groupes A et B présentent des coûts intermédiaires (68,7 et 67,3 DA/kg), très proches du prix officiel d'achat du lait cru en 2022 (prix de base fixé à 60 DA/L en laiterie, auquel s'ajoute une subvention étatique de 12 DA/L). Les éleveurs conventionnés bénéficient en effet de ces aides publiques, comprenant une prime de 12 DA par litre de lait produit, ainsi qu'une bonification supplémentaire de 1 DA par gramme de matière grasse au-delà de 34 g/L.

Dans la présente étude, le coût moyen de production du lait est estimé à 68,6 DA/kg, un niveau nettement supérieur à ceux rapportés par Yerou et al. (2019) (37,1–49 DA/L en zone semi-aride), Mouhous et al. (2020) (\approx 35 DA/L à Tizi-Ouzou) et Khelili (2012) dans la région du Haut-Cheliff (28,3–39,5 DA/L). Ces résultats confirment les constats de Bellil et Boukrif (2015), qui avaient évalué le coût de production entre 46 et 56 DA/L à Béjaïa, soulignant déjà la vulnérabilité économique des systèmes fortement dépendants des intrants alimentaires. De même, Mouhous et al. (2014), avaient relevé en Kabylie des coûts plus faibles (\approx 36,5 DA/L), liés à une meilleure autonomie fourragère. L'ensemble de ces données met en évidence que la maîtrise des charges alimentaires et le renforcement de l'autonomie fourragère constituent des leviers essentiels pour réduire les coûts et améliorer la durabilité économique des exploitations laitières algériennes.

Par ailleurs, les résultats montrent que sans subventions de l'État, la marge nette par kilogramme de lait est globalement négative dans trois groupes sur quatre. En effet, les exploitations des groupes A et B enregistrent des pertes modérées (-8,7 et -7,3 DA/kg), tandis que celles du groupe C accusent un déficit beaucoup plus prononcé (-22 DA/kg), conséquence directe d'un coût de production élevé (82 DA/kg) lié à une forte dépendance aux aliments concentrés. En revanche, seules les exploitations du groupe D parviennent à dégager une marge positive (+3,6 DA/kg), grâce à un coût de production plus faible (56,4 DA/kg), traduisant une meilleure autonomie alimentaire et une gestion plus efficiente des ressources locales.

Ces résultats mettent en évidence la non-rentabilité intrinsèque de la production laitière en Algérie en l'absence de soutien public, confirmant les constats de Bellil et Boukrif (2015) et de Yerou et al. (2019) sur la fragilité économique des systèmes laitiers fortement dépendants des intrants. Ils soulignent par ailleurs l'importance des subventions étatiques (12 DA/L), qui permettent de compenser ces déficits et de maintenir la viabilité économique des exploitations.

Ainsi, la durabilité du secteur laitier repose largement sur l'appui public, mais aussi sur l'amélioration de l'autonomie fourragère et la réduction des charges alimentaires, leviers essentiels pour réduire la dépendance structurelle aux aides et renforcer la compétitivité des élevages.

Concernant les marges brutes, les résultats mettent en évidence une forte disparité des marges brutes entre les exploitations étudiées. À l'échelle du kilogramme de lait, les exploitations des groupes A et B dégagent des marges modestes (3,3 et 4,7 DA/kg), reflétant une rentabilité limitée mais néanmoins positive, tandis que les exploitations de groupe C enregistrent une marge négative (-3 DA/kg), conséquence directe d'un coût de production supérieur au prix de vente, traduisant une dépendance excessive aux intrants achetés. À l'inverse, les exploitations de groupe D se distingue par une marge particulièrement élevée (15,6 DA/kg), signe d'une meilleure maîtrise des charges alimentaires et d'une valorisation optimale des ressources fourragères locales.

L'analyse à l'échelle annuelle confirme cette tendance (Tableau 15) : les marges brutes moyennes varient de 20 884 DA/vache/an dans les exploitations de groupe C à plus de 59 147 DA/vache/an dans les exploitations de groupe B, avec des valeurs intermédiaires dans les groupes A (26 214 DA) et D (52 313 DA). Ces différences s'expliquent par la combinaison du niveau de production laitière et du coût de production unitaire. Ainsi, le groupe B bénéficie d'une marge annuelle élevée grâce à des volumes de production importants, malgré une marge par kilogramme relativement faible, alors que le groupe D cumule à la fois un bon niveau de production et une marge unitaire élevée, garantissant une meilleure rentabilité globale. Ces résultats rejoignent les constats de Yerou et al. (2019) et Mouhous et al. (2020), qui ont montré que la rentabilité des exploitations laitières algériennes reste très dépendante de l'efficacité alimentaire et de la productivité par vache. Ils soulignent également que seules les exploitations combinant une bonne autonomie fourragère et une production suffisante par tête parviennent à générer des marges positives significatives, alors que celles trop dépendantes des concentrés restent vulnérables et peu compétitives.

Partie 3 : Impact des facteurs sanitaires sur les performances de production

1. Les principaux troubles sanitaires des troupeaux laitiers dans le Haut Cheliff

Dans notre travail nous sommes focalisés sur certains troubles liés à la santé des vaches laitières, en récoltant des données d'un suivi sanitaires durant toute la période d'étude, ainsi que l'impact des troubles sanitaires sur la production laitière, les performances de reproduction et la rentabilité productive des élevages bovins (Tableau 16, Figure 19).

Plusieurs facteurs sont considérés lors d'interprétation des données concernant les troubles sanitaires dans les élevages de bovins laitiers, les maladies infectieuses sont généralement liées aux situations épidémiologies de la région ou le pays. Il faut noter que durant notre suivi des élevages de bovins plusieurs vagues des maladies infectieuses ont frappés la région, notamment la fièvre aphteuse et la brucellose et récemment la dermatose nodulaire contagieuse. Ces maladies infectieuses ont influés lourdement sur la stabilité des nombre de bovins dans la région, ainsi que limitent notre accès aux élevages.

Entre autre, les maladies respiratoires, digestives et de reproduction sont liés au statut immunitaires des vaches, la prédisposition génétique, systèmes de gestion de élevages ainsi à d'autres facteurs d'environnement.

Tableau 16 : Les principaux troubles de santé des vaches laitières suivies

Type d'exploitation	Troubles sanitaires						
	Boiteries	Mammites cliniques	Avortements	Troubles Digestifs	Troubles Respiratoires	Maladies de Reproductions	Autres troubles sanitaires
A	18,9%	56,8%	0,0%	6,3%	0,0%	0,0%	18,0%
B	18,2%	36,4%	9,1%	9,1%	9,1%	9,1%	9,1%
C	16,7%	51,7%	0,0%	30,0%	0,0%	1,7%	0,0%
D	10,7%	51,6%	2,5%	9,4%	6,3%	12,0%	7,5%

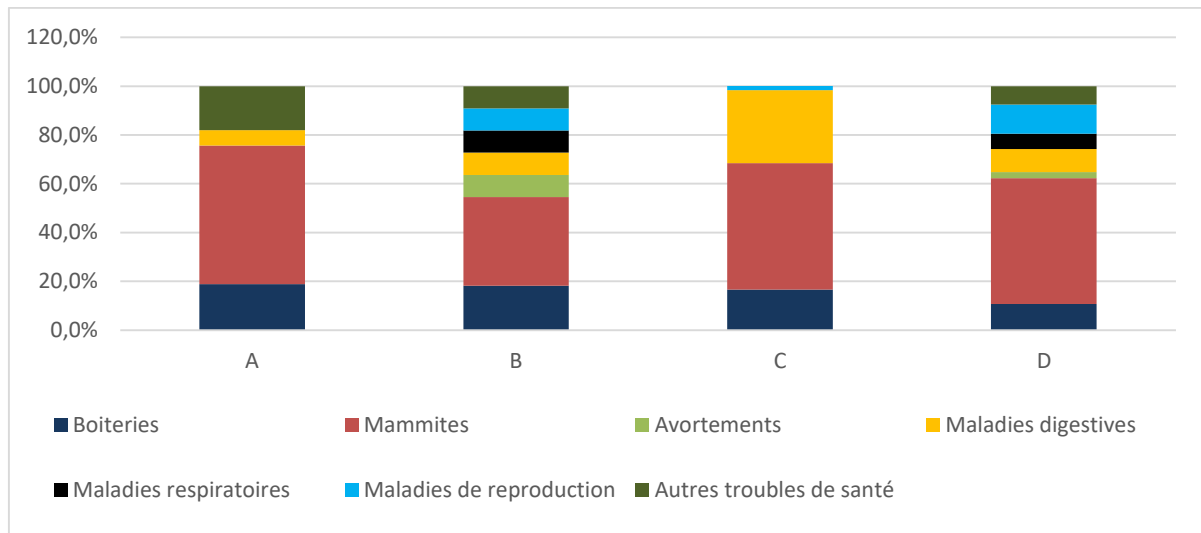


Figure 19 : Répartition des maladies dominantes dans les élevages suivis

Les résultats révèlent que les principales troubles de santé observées dans exploitations soient dominées par les mammites est les boiteries. Les mammites cliniques sont considérées comme la pathologie majeure dans les exploitations de groupe A (56,8 %), C (51,7 %) et D (51,6 %). Les boiteries occupent la deuxième place, avec une fréquence relativement stable entre les exploitations A (18,9 %), B (18,2 %) et C (16,7 %), mais moins marquée en exploitation D (10,7 %). Les troubles digestives sont plus importantes dans les exploitations type C (30 %), ce qui pourrait être lié à la nature de la ration, à un déséquilibre alimentaire ou à un changement brutal de régime.

Ces résultats confirment des constatations précédemment rapportés par Meskini. (2022) dans les wilayas de Relizane et de Mostaganem. Dans les exploitations enquêtées à Mostaganem, les mammites constituent la pathologie la plus fréquente avec une prévalence de 82%, suivies des boiteries (57%). De même, dans la wilaya de Relizane, les mammites restent la première maladie dominante (75%), suivies des boiteries (68%), des maladies respiratoires (27%) et des rétentions placentaires (23%), tandis que les avortements sont les moins fréquents, avec une proportion de 5 à 8%.

Les mammites sont généralement associées aux conditions d'hygiène insuffisantes dans l'environnement des vaches et aux mauvaises pratiques de la traite (Guard, 2008). Quant aux boiteries, elles résultent de multiples facteurs, tels la gestion du logement, l'état des sols, les troubles métaboliques ou les lésions podales (Cha et al., 2010). Les troubles digestives

pourraient être liées à la nature de la ration, à un déséquilibre alimentaire ou à un changement brutal de régime.

Il est bien établi que les maladies, qu'elles soient cliniques ou subcliniques, compromettent le bien-être des animaux et entraînent d'importantes pertes économiques, augmentant ainsi le risque d'abattage involontaire (Galligan, 2006 ; Kerslake et al., 2018). Les résultats de la présente étude confirment leur rôle dominant des mammites et les boiteries dans les systèmes de production laitière. À l'heure actuelle, peu de données sont disponibles sur l'estimation des pertes économiques liées aux maladies en élevage laitier dans le contexte algérien. Néanmoins, selon Wolfová et al. (2006), les coûts directs moyens des mammites en république Tchèque varient entre 43,63€ et 84,84€ par vache et par an, tandis que le coût total par vache augmente de 62,60 € avec l'accroissement de la prévalence. De même, en Hongrie, le coût annuel moyen de la boiterie par vache a été estimé à 61,60 € (Ózsvári et al., 2007), ce qui souligne l'importance économique de ces pathologies dans les systèmes laitiers.

Autrement, ces affections sont à l'origine de l'allongement de l'intervalle entre vêlages, de la réduction de la qualité et de la quantité de lait produit, ainsi que de l'augmentation des coûts liés aux traitements et au renouvellement des animaux (Ingvarsen, 2006 ; Mulligan & Doherty, 2008). Le risque sanitaire est particulièrement élevé durant la période de transition, notamment au cours des premiers mois suivant le vêlage, en raison du bilan énergétique négatif et de la dépression immunitaire qui affectent l'ensemble des vaches en lactation (Drackley, 1999 ; Le Blanc et al., 2006).

2. Investigation sur les mammites subcliniques

Dans les systèmes d'élevage laitier, la santé des animaux constitue un levier fondamental pour garantir à la fois la productivité et la durabilité des exploitations. La production laitière et les performances reproduction chez la vache laitière sont étroitement liées à son état sanitaire général, notamment à la prévention et au contrôle des affections infectieuses, métaboliques et environnementales. L'étude de l'impact des facteurs sanitaires sur la production laitière et les performances de reproduction apparaît comme une priorité pour optimiser les rendements zootechniques, réduire les pertes économiques, et améliorer le bien-être animal (Boukhechem et al., 2019 ; Ferag et al., 2024 ; Kechroud et al., 2024). Parmi les troubles sanitaires, les mammites, demeurent l'une des maladies les plus fréquentes et les plus coûteuses pour le secteur laitier à l'échelle mondiale.

Cette partie du travail vise à évaluer la prévalence et les facteurs de risque des mammites subcliniques chez les vaches laitières dans la région du Haut-Cheliff, d'identifier les principaux agents pathogènes impliqués ainsi leur profils de résistance aux divers antibiotiques. L'impact de la mammite subclinique sur la production laitière et l'état reproducteur des vaches laitières dans la région d'étude ont été aussi évalués.

2.1. Prévalence de mammites subcliniques

Les résultats relatifs à la prévalence des mammites subcliniques dans les élevages de bovins laitiers sont présentés dans le tableau 17 et tableau 18.

Tableau 17 : Prévalence des mammites subcliniques selon le type d'exploitations

Type exploitations	Total des vaches	Vaches testés par CMT	Vaches CMT +	Prévalence des MSC (%)	Chi-2 goodness	valeur P
A	38	22	12	54,54	10,74	0,013
B	42	28	9	32,14		
C	51	29	16	55,17		
D	247	184	118	64,13		
Total	378	263	155	58,93		

Dans cette étude, 263 vaches élevées dans 23 exploitations ont été dépistées pour la MSC à l'aide du test CMT. La prévalence de la MSC par vaches a été estimée à 58,9% (155/263), L'analyse de la prévalence des MSC (dépistées par CMT) selon les quatre types d'exploitations laitières montre une variation statistiquement significative entre les types d'exploitations ($\chi^2=10,74$; $p=0,013$), indiquant que la distribution des vaches positives au CMT n'est pas homogène selon les types d'exploitations A, B, C et D.

Afin d'identifier plus précisément les différences entre catégories, des comparaisons deux à deux ont indiqués aucune différence significative entre les types. Les exploitations type D présentent une prévalence nettement plus élevée que le type A, B et C ($P>0,05$). Cela signifie que, malgré les variations apparentes de prévalence entre ces types d'exploitations, les écarts observés pourraient être dus au hasard d'échantillonnage.

La prévalence MSC au niveau des quartiers a été estimé à 31,1%, 317/1020 des quartiers fonctionnels étaient positifs pour la mammite, et 3% (32/1052) des quartiers étaient considérés comme inactifs et non fonctionnels. Parmi l'ensemble des vaches infectées par la MSC, la répartition des quartiers infectés variait. La majorité des vaches présentaient un seul quartier infecté (35,5 %) ou deux quartiers infectés (34,2 %) ($P < 0,0001$), tandis qu'une plus petite proportion présentait une infection plus étendue sur plusieurs quartiers (Tableau 19).

La répartition des scores CMT dans les quartiers infectés a montré qu'une proportion significative (54,9 %) des quartiers positifs avait un score CMT de 3 ($p < 0,0001$), indiquant une gravité plus élevée de l'infection mammaire. En revanche, 9,8% des quartiers présentaient un score CMT de 1, suggérant une infection légère. Seulement 2,2 % des quartiers infectés avaient un score CMT de 4, représentant le stade le plus sévère de la MSC, qui évolue généralement vers la mammite clinique (Tableau 18).

La répartition des quartiers infectés selon leur position chez les vaches a indiqué que le taux d'infection le plus élevé se trouvait dans le quartier arrière droit (29%), suivi de près par le quartier arrière gauche (25,9%). Les quartiers avant droit et avant gauche présentaient respectivement des taux d'infection de 24,3% et 20,8% (Tableau 18).

Tableau 18 : Prévalence des mammites subcliniques au niveau des quartiers

Variables		N (%)	Chi-2 goodness	valeur <i>p</i>
Nombre des quartiers infectés / vache affecté N= 155	Un	55 (35,5)	25,6	< 0,0001
	Deux	53 (34,2)		
	Trois	29 (18,7)		
	Quatre	18 (11,6)		
Coté et position des quartiers infectés N= 317	Avant Droit	77 (24,3)	4,4	0,219
	Avant Gauche	66 (20,8)		
	Arrière Droit	92 (29)		
	Arrière Gauche	82 (25,9)		
Scores CMT des quartiers infectés N= 317	1 (Traces)	31 (9,8)	216,9	< 0,0001
	2 (faiblement positif)	105 (33,1)		
	3 (Clairement positif)	174 (54,9)		
	4 (Fortement positif)	7 (2,2)		

3.2. Prévalence des espèces bactériennes identifiées

L'analyse microbiologique a révélé que 71,6% (227/317) des échantillons de lait prélevés (quartiers positifs au test CMT) ont présenté une culture bactérienne positive. En revanche, 22,7% des échantillons étaient négatifs en culture bactérienne, et 5,7% ont été considérés comme contaminés, en raison de la présence de plus de deux types de colonies aux morphologies différentes lors de la première culture d'isolement (Tableau 20).

La distribution des espèces bactériennes (254 isolats) a montré une grande diversité au sein des troupeaux laitiers. *Enterococcus faecium* et *Enterococcus faecalis* étaient les espèces les plus fréquemment isolées, retrouvées respectivement dans 62 échantillons (24,4%) et 52 échantillons (20,5%), suivies par les staphylocoques non-*aureus* avec 17,7% des isolats. *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* ont été isolés dans 18 (7,08%) et 20 (7,87%) échantillons, respectivement. *Mammaliicoccus sciuri* a été détecté dans un seul échantillon.

Résultats et Discussion

Des espèces appartenant aux genres *Streptococcus*, *Corynebacterium*, *Aerococcus*, et *Lactococcus* ont également été identifiées, mais à de faibles fréquences (Tableau 19).

Concernant la relation entre l'isolement bactérien et les scores CMT, plus de la moitié (55,2%) des isolats ont été obtenus à partir d'échantillons de lait ayant un score CMT de 3, indiquant une infection claire du parenchyme mammaire. Cette tendance était particulièrement marquée pour *E. coli* et *S. aureus*, dont 95% et 61,1% des isolats respectifs provenaient d'échantillons avec un score CMT de 3.

Tableau 19 : Répartition des espèces bactériennes isolées à partir des échantillons de lait analysés

Espèces bactériennes		Scores CMT								Total
		1 Traces		2 Faiblement positif		3 Clairement positive		4 Fortement positif		
		Isolat 1	Isolat 2	Isolat 1	Isolat 2	Isolat 1	Isolat 2	Isolat 1	Isolat 2	
<i>Staphylococcus aureus</i>	18	-	-	7	-	10	1	-	-	18
Staphylococci non-aureus et Mammaliococci	<i>Staphylococcus succinus</i>	2	-	-	2	-	-	-	-	-
	<i>Staphylococcus auricularis</i>	2	-	-	2	-	-	-	-	-
	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	3	-	-	-	-	3	-	-	-
	<i>Staphylococcus simulans</i>	8	-	-	2	-	6	-	-	-
	<i>Staphylococcus xylosus</i>	2	1	-	-	-	1	-	-	-
	<i>Staphylococcus hominis</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-
	<i>Staphylococcus chromogenes</i>	5	-	-	3	-	2	-	-	-
	<i>Staphylococcus cohnii</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-
	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	8	1	-	3	1	2	1	-	-
	<i>Staphylococcus felis</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	10	-	-	4	-	6	-	-	-
	<i>Staphylococcus warneri</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Mammaliococcus sciuri</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-	
Enterococci	<i>Enterococcus durans</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-
	<i>Enterococcus faecalis</i>	52	6	-	11	2	23	7	2	1
	<i>Enterococcus faecium</i>	62	6	6	20	5	15	8	1	1
	<i>Enterococcus gallinarum</i>	2	-	-	-	-	1	1	-	-
	<i>Enterococcus hirae</i>	7	-	-	-	2	4	1	-	-
	<i>Enterococcus mundtii</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-
Streptococci	<i>Streptococcus suis</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-
	<i>Streptococcus gallolyticus</i>	12	-	-	5	2	2	3	-	-
	<i>Streptococcus infantarius</i>	1	-	-	-	-	-	-	1	-
Enterobacteriaceae	<i>Escherichia coli</i>	20	-	-	1	-	12	7	-	-
	<i>Citrobacter freundii</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-
Corynebacterium	<i>Corynebacterium falsenii</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-
	<i>Corynebacterium flavescens</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-
	<i>Corynebacterium provencense</i>	2	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus mojavensis</i>	7	-	-	1	-	5	1	-	-
<i>Aerococcus viridans</i>	6	2	2	1	1	-	-	-	-	6
<i>Lactococcus</i>	<i>Lactococcus garvieae</i>	5	-	-	-	1	1	3	-	-
	<i>Lactococcus lactis</i>	6	-	-	1	-	3	2	-	-
<i>Macroccoccus caseolyticus</i>	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Bacillus (Niallia) circulans</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Rothia (Micrococcus, Kocuria) kristinae</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Total isolats identifiées par MALDI-TOF MS		16	8	68	16	104	36	4	2	254
Echantillons contaminés		00		06		12		00		18
Echantillons négatifs		11		21		38		02		72

3.3. Facteurs de risque associés aux mammites subcliniques

La parité a été identifiée comme un facteur de risque significatif associé à la mammite subclinique; les vaches multipares présentaient un taux de positivité plus élevé (63,2%) par rapport aux primipares (41,2%), avec un odds-ratio significatif (OR = 0,4 ; $p < 0,004$). Bien que la race des vaches n'ait pas montré d'effet significatif ($p = 0,267$), les taux de mammite les plus élevés ont été observés chez les vaches Holstein (68,2%).

Le système d'élevage et la méthode de traite n'ont pas montré d'associations statistiquement significatives avec la MSC ($p=0,067$; $p = 0,131$, respectivement). Toutefois, les vaches élevées en stabulation libre présentaient le taux de positivité le plus élevé à la MSC, comparées à celles élevées en système intensif ou semi-intensif (Tableau 20).

Des résultats significatifs ont été observés concernant la production laitière quotidienne : un taux de positivité de 91,3 % à la MSC a été enregistré chez les vaches produisant moins de 12L de lait, contre 37,7% chez celles produisant plus de 12L ($p < 0,0001$).

La propreté des animaux était fortement corrélée à la présence de mammite ($p < 0,0001$) : les vaches avec un score de saleté élevé (score 3) présentaient un taux de positivité de 100%, contre 33,3% (46/138) chez celles en meilleur état de propreté (score 1).

La méthode de traite et l'application de désinfection avant et/ou après la traite n'ont pas montré d'effet significatif sur la mammite ($p > 0,05$). Malgré cela, les vaches traitées mécaniquement avec application de désinfection semblaient plus susceptibles de développer une MSC.

Le stade de lactation était significativement associé à la prévalence de la MSC ($p < 0,0001$), les vaches en milieu ou fin de lactation présentaient une prévalence plus élevée de MSC comparées à celles en début de lactation.

Enfin, l'historique de mammite avait un impact significatif ($p < 0,0001$) sur l'apparition de la MSC : 95,6% des vaches ayant déjà présenté auparavant une mammite ont développé une nouvelle MSC, contre 51,4% chez celles sans antécédents.

Tableau 20 : Association entre les facteurs de risque et la mammites subclinique chez les vaches testées

Facteurs de risque	Niveau	N (%)	Résultats CMT		Valeur Chi-2	OR (95% IC)	valeur P
			Positif N (%)	Négatif N (%)			
Parité	Primipares	51 (19,4)	21 (41,2)	30 (58,8)	8,3	0,4 [0,2 ; 0,8]	0,004
	Multipares	212 (80,6)	134 (63,2)	78 (36,8)			
Race de la vache	Holstein	44 (16,7)	30 (68,2)	14 (31,8)	4	-	0,267
	Montbéliarde	173 (65,8)	103 (59,5)	70 (40,5)			
	Fleckvieh	13 (4,9)	6 (46,2)	7 (53,8)			
	Race croisée	33 (12,5)	16 (48,5)	17 (51,5)			
Système d'élevage	Stabulation libre	191 (72,6)	119 (62,3)	72 (37,7)	5,4	-	0,067
	Stabulation mixte	30 (11,4)	12 (40)	18 (60)			
	Stabulation entravée	42 (16,0)	24 (57,1)	18 (42,9)			
Méthode de traite	Traite mécanique	229 (87,1)	139 (60,7)	90 (39,3)	2,3	0,6 [0,3 ; 1,2]	0,131
	Traite manuelle	34 (12,9)	16 (47,1)	18 (52,9)			
Production laitière /J	<12L	104 (39,5)	95 (91,3)	9 (8,7)	74,7	17,4 [8,2 ; 37,1]	< 0,0001
	>12L	159 (60,5)	60 (37,7)	99 (62,3)			
Propreté de la vache	Score-1	138 (52,5)	46 (33,3)	92 (66,7)	80,5	-	< 0,0001
	Score-2	103 (39,2)	87 (84,5)	16 (15,5)			
	Score-3	22 (8,4)	22 (100)	0 (0)			
Stade de lactation	Début	106 (40,3)	37 (34,9)	69 (65,1)	44,2	-	< 0,0001
	Milieu	60 (22,8)	41 (68,3)	19 (31,7)			
	Fin	97 (36,9)	77 (79,4)	20 (20,6)			
Antécédents de MSC	Oui	45 (17,1)	43 (95,6)	2 (4,4)	30,1	20,4 [4,8 ; 86,1]	< 0,0001
	Non	218 (82,9)	112 (51,4)	106 (48,6)			
Désinfection avant traite	Oui	241 (91,6)	146 (60,6)	95 (39,4)	3,2	2,2 [0,1 ; 5,4]	0,073
	Non application	22 (8,4)	9 (40,9)	13 (59,1)			
Désinfection après traite	Oui	16 (6,1)	10 (62,5)	6 (37,5)	0,1	1,2 [0,4 ; 3,3]	0,765
	Non application	247 (93,9)	145 (58,7)	102 (41,3)			

3.4. Effet des mammites subcliniques sur les performances de reproduction et la production laitière

Dans cette étude, les résultats ont montré que MSC influençait significativement les performances de reproduction des vaches laitières (Tableau 21). Les vaches atteintes de MSC présentaient un intervalle vêlage–première insémination (IV-IA1) plus long ($130 \pm 39,9$ jours) comparé à celles non atteintes ($102,7 \pm 23,3$ jours) ($p < 0,0001$). Le nombre d'inséminations par gestation (IA-G) était également significativement plus élevé chez les vaches positives à la MSC ($2,5 \pm 1,4$) par rapport aux vaches négatives ($1,9 \pm 1$) ($p < 0,0001$). L'intervalle vêlage–conception (IV-C) était nettement plus court chez les vaches sans MSC ($124,4 \pm 28,3$ jours) que chez celles atteintes ($164,7 \pm 67,6$ jours) ($p < 0,0001$).

Le taux de gestation à la première insémination (G/IA1) était significativement plus faible chez les vaches atteintes de MSC (24,5 %) comparé aux vaches non infectées (48,1 %) ($p < 0,0001$). De plus, 43,2% des vaches avec MSC ont nécessité trois inséminations ou plus pour obtenir une gestation, contre une proportion inférieure chez les vaches non atteintes.

Résultats et Discussion

Concernant l'impact du nombre de quartiers infectés sur les performances de reproduction chez les vaches atteintes de MSC, les résultats ont montré que les paramètres de fertilité se détériorent significativement ($p < 0,0001$) en fonction du nombre de quartiers positifs (Tableau 22). Les vaches présentant quatre quartiers infectés avaient un intervalle IV-IA1 plus long et nécessitaient en moyenne $4,4 \pm 1,9$ insémination pour obtenir une gestation.

Tableau 21 : Impact des mammites subcliniques sur paramètres de reproduction

Paramètres de reproduction	MSC Positif	MSC Négatif	Valeur <i>p</i>
IV-IA1 (jours)	130,0±39,9	102,7±23,3	< 0,0001
IA/G	2,5±1,4	1,9±1	
IV-C (jours)	164,7±67,6	124,4±28,3	
G/IA1 (%)	24,5	48,1	
≥ 3 services (%)	43,2	26,9	

IV-IA1 = Intervalle vêlage-première insémination, IA/G = Nombre d'inséminations par gestation, IV-C = Intervalle vêlage-conception, G/IA1 = Taux de gestation à la première insémination, P = Probabilité.

Tableau 22: Impact de nombre des quartiers infectés sur les performances de reproduction

Paramètres de reproduction	Un-quartier	deux-quartiers	Trois-quartiers	Quatre-quartiers	Valeur <i>p</i>
IV-IA1 (jours)	114,4±27,2	127,9±38,5	134,6±35,5	176,8±47,8	< 0,0001
IA/G	1,9±1,1	2,4±1,1	2,8±1,1	4,4±1,9	
IV-C (jours)	135,8±46,8	160,1±61,4	175,7±57,3	249,8±82,3	

Dans la présente étude l'impact des MSC sur la production laitière a été estimé par les taux de pertes, les pertes de production laitière se révèlent importantes dans l'ensemble des exploitations enquêtées, avec une moyenne de 4,1 kg/jour/vache, soit 26,3 % de la production totale. Les pertes les plus marquées sont observées dans les exploitations type D (5,4 kg/jour ; 32,6 %), suivie de les exploitations de type B (4,7 kg/jour ; 29,1 %), mettant en évidence l'impact économique majeur de la mammitte subclinique (Tableau 23).

Tableau 23 : Impact des mammites subcliniques sur la production laitière

Type d'exploitations	Moyenne production laitière (vaches CMT+)	Moyenne production laitière (vaches CMT-)	Pertes de lait (kg)	% des pertes
A	11,2	15,1	3,9	25,7%
B	11,4	16,0	4,7	29,1%
C	11,1	13,6	2,4	17,8%
D	11,2	16,7	5,4	32,6%
Moyenne	11,2	15,4	4,1	26,3%

3.5. Sensibilité des isolats aux antimicrobiens

Les résultats des tests de sensibilité montrent des niveaux de résistance généralement faibles parmi les isolats étudiés. Tous les isolats de *S. aureus* étaient sensibles à la méthicilline et ont présenté une sensibilité de 100% aux antibiotiques testés, notamment la benzylpénicilline, l'oxacilline, la vancomycine et la linézolide (Tableau 24). Aucun isolat de *S. aureus* ne possédait les gènes *mecA* ou *mecC* codant la résistance à la méthicilline.

En revanche, les staphylocoques à coagulase négative (SCN) ont montré des taux notables de résistance à la méthicilline (22,2%). Chez SCN, la résistance à d'autres classes d'antimicrobiens a été observée particulièrement parmi les isolats méthicillino-résistants, incluant une résistance à la fosfomycine (total : 37,8% ; SCN-RM : 50%), à la tétracycline (total : 31,1% ; SCN-RM: 70%), à l'érythromycine (total : 15,5% ; SCN-RM: 60%) et à la clindamycine (total : 13,3%; SCN-RM: 40 %).

Les isolats d'entérocoques n'ont montré aucune résistance aux antibiotiques clés tels que la vancomycine et la téicoplanine, avec seulement une très faible résistance à la lévofloxacine et à la linézolide (0,8 %). Les *E. coli* étaient totalement sensibles (100 %) aux carbapénèmes et aux céphalosporines de troisième génération, mais présentait une résistance à la pipéracilline (40%), à la pénicilline (35%) et à la ciprofloxacine (15%). Enfin, les streptocoques ont montré une forte sensibilité à l'ensemble des antibiotiques testés, notamment la vancomycine, la linézolide et le céfotaxime.

Tableau 24 : Sensibilité aux antimicrobiens des isolats responsables de mammite subclinique

Classe d'antibiotiques	Antibiotiques	isolats									
		<i>S. aureus</i> (18 isolats)		SCN* (45 isolats)		Entérocoque (125 isolats)		<i>E. coli</i> (20 isolats)		Streptocoque (14 isolats)	
		R %	S %	R %	S %	R %	S %	R %	S %	R %	S %
Pénicillines	Oxacilline	0	100	22,2	77,8	-	-	-	-	-	-
	Benzylpénicilline	0	100	-	-	-	-	35	65	0	100
	Ampicilline	-	-	-	-	0	100	-	-	0	92,3
	Pipéracilline	-	-	-	-	-	-	40	60	-	-
Céphalosporines	Céfotaxime	-	-	-	-	-	-	0	100	0	92,3
	Céftazidime	-	-	-	-	-	-	0	100	-	-
	Céfuroxime	-	-	-	-	-	-	0	100	-	-
	Céftriaxone	-	-	-	-	-	-	-	-	0	92,3
Carbapénèmes	Ertapénème	-	-	-	-	-	-	0	100	-	-
	Imipénème	-	-	-	-	-	-	0	100	-	-
	Méropénème	-	-	-	-	-	-	0	100	-	-
Acide phosphorique	Fosfomycine	0	100	37,8	62,2	-	-	-	-	-	-
Sulfamides	sulfaméthoxazole-triméthoprime	0	100	8,1	91,9	-	-	-	-	-	-
Glycopeptides	Vancomycine	0	100	0	100	0	100	-	-	0	100
	Téicoplanine	0	100	0	82,2	0	100	-	-	0	100
Fluoroquinolones	Lévofloxacine	0	100	4,4	95,6	0,8	99,2	-	-	0	100
	Ciprofloxacine	-	-	-	-	-	-	15	85	-	-
Tétracyclines	Tétracycline	0	100	31,1	68,9	-	-	-	-	-	-
Lincosamides	Clindamycine	0	100	13,3	86,7	-	-	-	-	0	100
Aminglycosides	Gentamicine	0	100	0	100	-	-	0	100	-	-
Rifamycines	Rifampicine	0	100	0	100	-	-	-	-	-	-
Macrolides	Érythromycine	0	100	15,5	84,5	-	-	-	-	0	100
Lipopeptides	Daptomycine	0	100	2,2	97,8	-	-	-	-	-	-
Oxazolidinones	Linézolide	0	100	2,2	97,8	0,8	99,2	-	-	0	100
Furanes	Nitrofurantoïne	-	-	-	-	0	42	-	-	-	-
Streptogramines	Dalfopriline	-	-	-	-	0,8	99,2	-	-	-	-

* inclut *Mammaliococcus sciuri*, formellement *Staphylococcus sciuri* une espèce de SCN.

3.6. Discussion

La mammite demeure l'une des maladies les plus fréquentes et les plus coûteuses en élevage du bovin laitier, entraînant des pertes économiques importantes pour les éleveurs en raison de ses effets néfastes sur la qualité du lait, rejet du lait par les transformateurs, la santé des vaches, les traitements médicamenteux et la productivité générale de l'exploitation. De plus, en l'absence de dépistage systématique, les agents pathogènes présents dans le lait peuvent affecter les processus de transformation laitière, voire présenter un risque de toxi-infection alimentaire pour les consommateurs (Oliver et al., 2005; Ruegg, 2017).

Malgré les progrès réalisés en matière de prévention et de traitement de la mammite, cette maladie reste un défi majeur pour les producteurs laitiers dans le monde, avec une prévalence

variable selon les régions géographiques et les pratiques de gestion d'élevage. Cette étude visait à combler un manque de données en évaluant la prévalence et en identifiant les espèces bactériennes responsables de la mammite subclinique chez les vaches laitières dans la région de la plaine du Haut Cheliff, au nord de l'Algérie. Comprendre la prévalence locale et l'étiologie de la MSC, profil de résistance aux divers antibiotiques, ainsi que leurs impacts sur la production laitière et les performances reproductives, est essentiel pour développer des mesures efficaces de prévention et de contrôle, capables de réduire le fardeau économique de cette maladie dans la région étudiée et dans d'autres zones similaires en Algérie.

Dans cette étude, plus de la moitié des vaches laitières testées (58,9 %) étaient atteintes de MSC. Des résultats similaires ont été rapportés par (Meskini et al., 2021) en Algérie, (Maalaoui et al., 2021) en Tunisie et (Ndahetuye et al., 2020) au Rwanda, avec des prévalences de 62,8 %, 60,3 % et 60 %, respectivement. D'autres études menées en Algérie par (Zaatout et al., 2019 ; 2020), (Akkou et al., 2024) et (Bouamra et al., 2024) ont révélé des prévalence plus faibles (40 %, 37,7 %, 45,9 % et 34,9 %, respectivement). En Égypte, Abed et al. (2021) ont également rapporté une faible prévalence de la MSC (46%). Concernant la prévalence au niveau des quartiers, nos résultats (31,1 %) sont en accord avec des études antérieures en Algérie, où la prévalence était estimée à 28,8 % (Saidi et al., 2013), 27,2 % (Zaatout et al., 2020), 31,1 % (Meskini et al., 2021) et 24,5 % (Akkou et al., 2024).

La distribution des espèces bactériennes responsables de la MSC varie selon les troupeaux, les régions et les pays, et dépend fortement des pratiques de gestion et des conditions environnementales. Les facteurs les plus courants incluent l'hygiène des vaches et des fermes, les scores CMT, ainsi que les méthodes d'isolement et d'identification (Taponen et al., 2017). En raison des caractéristiques physico-chimiques et des ressources nutritionnelles présentes dans le lait, les bactéries Gram-positives associées à la peau, telles que les staphylocoques et les streptocoques, sont principalement responsables de la MSC (Addis et al., 2024 ; Kaczorowski et al., 2022 ; Monistero et al., 2018). De plus, des bactéries issues de l'environnement comme les entérocoques et les entérobactéries sont également impliquées (Khasapane et al., 2023).

Dans cette étude, les entérocoques (*E. faecalis* et *E. faecium*) étaient les plus fréquemment isolés, suivis des staphylocoques non-*aureus* et de *Staphylococcus aureus*. Cheng et Han, (2020) ont rapporté que *E. faecalis* est l'espèce prédominante d'entérocoques impliquée dans la mammite bovine, suivie de *E. faecium*. Des études antérieures ont rapporté l'isolement de *S.*

aureus dans 29,8% (Akkou et al., 2024) et 35,6% (Bouamra et al., 2024) des cas de MSC en Algérie, et 44,9% en Égypte (Abed et al., 2021). La détection des staphylocoques pourrait refléter une mauvaise gestion de l'hygiène, ces bactéries étant transmises de vache à vache via les mains des trayeurs ou des machines à traire contaminées.

L'implication des agents pathogènes dans les mammites cliniques ou subcliniques dépend de plusieurs facteurs, notamment le système immunitaire de la vache, la pathogénicité et les facteurs de virulence des isolats. En effet, la distribution des agents pathogènes varie selon le niveau de cellules somatiques, comme évalué par le test CMT. La mammite clinique est principalement causée par des pathogènes contagieux (*S. aureus*, *S. agalactiae*) et environnementaux (*E. coli*) (Kaczorowski et al., 2022). Dans la présente étude, 95 % des *E. coli* et 61,1 % des *S. aureus* ont été isolés à partir d'échantillons ayant un score CMT de 3. Le test CMT fournit une indication du taux de cellules somatiques et révèle le degré d'infection. Nous avons observé une corrélation entre l'augmentation du score CMT et la présence de ces deux espèces bactériennes, suggérant que les vaches atteintes de MSC peuvent servir de réservoir de ces pathogènes. La mamelle contenant ces bactéries pourrait passer vers une mammite clinique en l'absence de traitement adéquat.

Les staphylocoques à coagulase négative ou staphylocoques non-*aureus* sont très fréquents dans les infections intra-mammaires bovines, en particulier chez les vaches laitières (Condas et al., 2017). Dans la présente étude, 45 isolats (17,7%) de staphylocoques non-*aureus* ont été identifiés, appartenant principalement aux espèces suivantes : *S. epidermidis*, *S. simulans*, *S. haemolyticus*, et *S. chromogenes*. La diversité des staphylocoques non-*aureus* varie d'un pays à l'autre ; De Buck et al. (2021) ont rapporté que *S. chromogenes* était l'espèce la plus fréquente, suivie de *S. simulans*, *S. xylosus*, *S. haemolyticus*, et *S. epidermidis*. En Égypte, Abed et al. (2021) ont isolé des staphylocoques non-*aureus* à un taux de 37,1%, *S. xylosus* étant le plus fréquent (35,4%), suivi de *S. chromogenes* et *S. epidermidis*. Une étude rétrospective en Allemagne (Bechtold et al., 2024) a révélé que les staphylocoques non-*aureus* étaient les plus isolés (30%), suivis de *S. aureus* (19%). En Algérie, les études ont rapporté la prévalence globale des staphylocoques non-*aureus* sans identification des espèces. À noter que notre étude est la première à utiliser la méthode MALDI-TOF/MS pour identifier de manière discriminante toutes les espèces bactériennes présentes dans les échantillons de lait issues des vaches atteintes MSC.

Dans cette étude, 72 échantillons CMT positifs (22,7 %) se sont révélés négatifs après la culture bactérienne ; Sargeant et al. (2001) ont trouvé que 333 des 520 quartiers testés n'avaient montré aucune croissance bactérienne. Des résultats similaires ont été rapportés (Abed et al., 2021 ; Ndahetuye et al., 2020 ; Zaatout et al., 2020) avec des taux de 17,2%, 3,3% et 9,6% respectivement. Plusieurs facteurs peuvent influencer l'interprétation du test CMT ; selon Dingwell et al. (2003), la sensibilité (82,4%) et la spécificité (80,6%) du CMT sont maximales au 4^e jour de lactation, mais diminuent en dehors de cette période en raison de la nature subjective du test. George et al. (2008) ont rapporté que les scores CMT ont tendance à être plus élevés chez les vaches récemment vèlées ou en fin de lactation. D'autres affections, comme la réticulo-péritonite traumatique, peuvent également entraîner un afflux de cellules immunitaires dans le lait, provoquant un résultat CMT faussement positif. Par ailleurs, certains pathogènes comme *Listeria*, *Mycoplasma* et les champignons ne poussent pas sur les milieux classiques et nécessitent des conditions particulières (Abed et al., 2021).

Dans notre étude, 18 échantillons (5,7 %) étaient considérés comme contaminés. Selon le National Mastitis Council (NMC, 2017), un échantillon est contaminé lorsqu'il montre la croissance de trois ou plus agents pathogènes, tandis qu'un échantillon infecté contient un ou deux isolats. Les échantillons contaminés sont généralement exclus de l'analyse (Dingwell et al., 2003).

Les différences de prévalence de la mammite observées entre les études peuvent refléter la nature complexe de cette maladie, influencée par divers facteurs tels que les conditions environnementales, l'hygiène, les pratiques de traite et d'autres causes contributives. Les résultats de la présente étude ont montré plusieurs facteurs de risque associés à la mammite subclinique chez les vaches. Globalement, la parité, la production laitière quotidienne et la propreté sont apparues comme les principaux facteurs de risque de la MSC. La prévalence de la MSC était plus élevée chez les vaches multipares que chez les primipares, ce qui est conforme à des résultats antérieurs (Ndahetuye et al., 2019 ; Ranasinghe et al., 2021 ; Taponen et al., 2017). L'augmentation de la prévalence de la MSC avec l'âge et la parité peut être attribuée à plusieurs facteurs, comme une altération de la fonction des leucocytes liée à l'âge et une réponse immunitaire affaiblie (Rainard et Riollet, 2006). L'exposition répétée des vaches multipares aux agents pathogènes responsables de la mammite, notamment en cas d'hygiène de traite défectueuse ou de conditions environnementales inadéquates, augmente le risque de développer une MSC chez ces vaches (Ndahetuye et al., 2019). De plus, le canal du trayon des vaches

multipares peut devenir plus dilaté en raison de blessures antérieures ou de la formation de callosités sur le trayon (Abrahmsén et al., 2014). Ces facteurs facilitent l'entrée de pathogènes environnementaux et cutanés dans le canal du trayon et, par conséquent, leur prolifération dans le tissu mammaire (Guarín et Ruegg, 2016).

Dans la présente étude, la majorité des vaches étudiées appartiennent à la race Montbéliarde (n=173), dont 103(59,5 %) présentaient une MSC. Cependant, les vaches Holstein se sont révélées plus sensibles à la MSC (68,2 %) par rapport aux autres races, y compris Montbéliarde, Fleckvieh et les races croisées. Ce constat est en accord avec des études antérieures (Bouchoucha et Code, 2018 ; Busato et al., 2000 ; Hamlaoui et al., 2019). Notamment, les vaches croisées semblent être plus résistantes aux infections mammaires que les vaches importées à haute production originaires d'Europe, une observation également rapportée par Zaatout et al. (2020). Plusieurs facteurs peuvent expliquer la sensibilité accrue des vaches de race Holstein à la mammite, notamment leur forte capacité de production laitière. De plus, les rythmes intensifs de traite et les techniques de traite inappropriées, fréquents dans les systèmes à haute production, peuvent accentuer le risque de mammite chez les Holstein, comparées aux vaches croisées plus rustiques.

Concernant le stade de lactation, 79,4 % des cas positifs au test CMT ont été observés chez des vaches en fin de lactation (≥ 7 mois). Des tendances similaires ont été rapportées par Zaatout et al. (2020), selon lesquels les vaches en fin de lactation présentaient une prévalence plus élevée de MSC (51,3 %) que celles en début de lactation. Ces auteurs ont suggéré que la longue exposition aux agents pathogènes en fin de lactation accroît le risque de MSC. En revanche, plusieurs études ont souligné l'association entre la production de lait et les cas de mammite. Oltenacu et Broom (2010) et Taponen et al. (2017) ont rapporté qu'une production laitière élevée augmentait la probabilité d'infection intra-mammaire. Les vaches en début de lactation (1 à 3 mois) produisent davantage de lait et sont plus sensibles au développement de la mammite (Kitila et al., 2021). Par ailleurs, le type d'agent pathogène peut influencer le moment de l'infection : selon George et al. (2008), les cas subcliniques causés par *S. uberis* sont plus fréquents en fin de lactation et s'accompagnent de taux élevés de cellules somatiques.

La mammite subclinique a un effet sur la production quotidienne de lait : 91,3 % des vaches atteintes de MSC produisaient moins de 12 litres de lait par jour, contre 37,7 % des vaches à haut rendement (> 12 L/j) ($p < 0,0001$). Cette tendance a également été observée par Zaatout et al. (2020), qui ont constaté une baisse de production (< 10 L/j) chez les vaches atteintes de

MSC. Le lien entre mammite et production laitière, ainsi que la sensibilité accrue des vaches à haut rendement, reste complexe et nécessite des recherches à long terme. Bien que certaines études soient contradictoires (Detilleux et al., 2015 ; Hertl et al., 2014), il est établi que la mammite entraîne une baisse de la production laitière.

Selon des études réalisées dans divers régions d'Algérie, la mammite subclinique se distingue comme une maladie de production majeure chez les vaches laitières, constituant un obstacle considérable à l'atteinte d'une productivité optimale (Bouamra et al., 2024 ; Meskini et al., 2021 ; Zaatout et al., 2020). Dans cette étude, les résultats de l'impact des MSC sur la production laitière sont nettement supérieurs à ceux rapportés dans la littérature. En effet, Fartas et al. (2017) estiment les pertes de production à 9,7% chez les vaches atteintes, tandis que Mtaallah et al. (2002) rapportent des pertes moyennes de 8,25 %. Staub et al. (2013) observent quant à eux une réduction de production de 13% par rapport au niveau précédant l'apparition de la mammite. Par ailleurs, John Christy (2014) met en évidence une association hautement significative ($p < 0,01$) entre l'indice de mammite et la production laitière, confirmant l'effet délétère de cette pathologie sur la performance productive des vaches.

Dans cette étude, chaque quartier mammaire a été testé individuellement par le test CMT, et les échantillons positifs ont été prélevés. Cette procédure, conforme à plusieurs études antérieures, est recommandée par le National Mastitis Council (NMC, 2017). La prévalence spécifique aux quartiers était plus élevée dans les quartiers arrière que dans les quartiers avant. Ces résultats corroborent ceux d'autres études (Srinivasan et al., 2013 ; Tanwar et al., 2018). Il est bien établi que chaque quartier mammaire est anatomiquement distinct, ce qui rend possible une infection isolée. Bien que les raisons de la prévalence plus élevée dans les quartiers arrière soient encore mal comprises, certains auteurs suggèrent que leur position anatomique et leur exposition plus importante à l'urine et aux déjections les rendent plus vulnérables à la contamination bactérienne, augmentant ainsi le risque d'infection intra-mammaire (Lancelot et al., 1997 ; Stanek et al., 2024).

De plus, les vaches présentant un score de saleté élevé (2 ou 3) étaient significativement plus susceptibles d'être positives au test CMT que les vaches moins sales. Schreiner et Ruegg (2003) ont rapporté une association significative entre les scores d'hygiène du pis et des pattes (moyennes respectives de 2 et 2,3), ainsi qu'une corrélation significative entre la prévalence des agents pathogènes contagieux intra-mammaires et les scores d'hygiène du pis. Les auteurs ont suggéré que l'humidité, la boue et le fumier dans l'environnement des vaches constituent

des sources potentielles de contamination par des agents pathogènes environnementaux responsables de mammite.

Concernant la méthode de traite, aucune différence significative n'a été observée entre l'incidence de la MSC chez les vaches traitées mécaniquement et celles traitées manuellement. Ces résultats concordent avec ceux de Fadlemoula et al. (2007) et Shittu et al. (2012), qui ont rapporté que la traite mécanique augmentait l'apparition de la MSC. Toutefois, ces résultats contrastent avec ceux de Bouchoucha et Code (2018), qui ont observé une incidence plus élevée de MSC lors de la traite manuelle par rapport à la traite mécanique.

La traite mécanique est plus pratique en termes de temps et d'efficacité de la main-d'œuvre, mais elle nécessite un nettoyage et une désinfection réguliers des machines. L'absence de systèmes de nettoyage en place (CIP) a été constatée dans toutes les exploitations étudiées. Cette insuffisance a significativement nui à l'hygiène de traite, constituant un facteur de risque majeur de MSC. Comme déjà noté, l'absence de nettoyage rigoureux et de trempage des trayons après la traite facilite la transmission de pathogènes contagieux de vache à vache. Par ailleurs, la traite mécanique peut altérer les mécanismes de défense locaux du trayon en modifiant son apparence et ses tissus, ce qui augmente la sensibilité aux infections intra-mammaires (Mir et al., 2015). D'un autre côté, la traite manuelle est prédominante dans les petites exploitations traditionnelles. Toutefois, aucune différence significative n'a été trouvée entre les types d'élevage (traditionnel vs industriel) ou les systèmes de stabulation (attachée vs libre) concernant la prévalence de la mammite.

Concernant l'impact de la MSC sur les performances reproductives des vaches, cette étude a montré que les vaches atteintes de MSC avaient des intervalles vêlage-première insémination (IV-IA1) et vêlage-conception (IV-C) plus longs que les vaches saines. En outre, ces vaches nécessitaient plus d'inséminations par gestation et présentaient un taux de gestation à la première insémination plus faible. Des études menées en Argentine (Gómez-Cifuentes et al., 2014) et au Chili (Pinedo et al., 2009) ont montré une performance reproductrice médiocre chez les vaches atteintes de MSC, avec les mêmes résultats que ceux obtenus ici : allongement de l'IV-IA1 et de l'IV-C, augmentation du nombre de services par gestation et diminution du taux de gestation à la première insémination. La mammite peut interférer avec la reprise de l'activité ovarienne et retarder la première ovulation post-partum. Elle pourrait aussi nuire à la fertilité en provoquant une lutéolyse prématurée ou en prolongeant la phase folliculaire (Huszenicza et al., 2005).

Les résultats de cette étude confirment l'effet négatif de la MSC sur la fertilité des vaches laitières. Plus précisément, les vaches atteintes de MSC présentaient un nombre de services par conception (IA/C) significativement plus élevé que les vaches saines. Ce résultat est conforme aux études de Bouamra et al. (2024) en Algérie et de Rahularaj et al. (2019) au Sri Lanka. Des recherches menées dans les principales régions productrices de lait ont également montré une augmentation du nombre de services avant conception chez les vaches infectées par la MSC. De même, il a été rapporté que la MSC augmentait significativement le nombre de services par gestation dans les systèmes en pâturage (Gómez-Cifuentes et al., 2014).

Dans la présente étude, l'intervalle vêlage-première insémination (IV-IA1) des vaches atteintes de MSC était allongé de 28 jours par rapport aux vaches saines. Ce résultat est en accord avec celui de Bouamra et al. (2024) en Algérie, qui ont également observé un retard de la première insémination chez les vaches infectées. Des résultats similaires ont été rapportés par Pinedo et al. (2009) et Siatka et al. (2019).

L'intervalle vêlage-conception (IV-C) chez les vaches infectées par la MSC était significativement prolongé de 40 jours comparé aux vaches saines, ce qui est également en accord avec les résultats de Bouamra et al. (2024) en Algérie et de Pinedo et al. (2009) au Chili. L'impact négatif de la mammite sur la reproduction, notamment l'allongement de l'intervalle vêlage-conception, peut être lié à des déséquilibres hormonaux qui perturbent le développement folliculaire. Ces déséquilibres peuvent entraîner la libération de substances qui inhibent l'expression des récepteurs aux gonadotrophines et autres hormones nécessaires à l'activité reproductive (Filho et al., 2014).

Une baisse du taux de gestation à la première insémination a été observée chez les vaches atteintes de MSC. Des études antérieures ont également souligné le lien entre mammite et fertilité réduite. Bouamra et al. (2024) ont trouvé que le taux de gestation à la première insémination était significativement plus faible chez les vaches atteintes de MSC. Lavon et al. (2010) ont rapporté qu'environ 30% des vaches atteintes de MSC présentaient une ovulation retardée. Des altérations directes de la fonction ovarienne causées par la mammite ont été documentées (Hockett et al., 2000), avec des ovulations retardées associées à une baisse des concentrations circulantes d'œstradiol et à des taux plus élevés de LH préovulatoire, deux facteurs ayant un effet négatif sur la fertilité (Lavon et al., 2010).

Résultats et Discussion

Concernant l'impact des bactéries responsables des mammites sur les performances reproductives des vaches, les agents pathogènes à Gram négatif, notamment *E. coli*, peuvent induire une libération massive de cytokines telles que le facteur de nécrose tumorale type α (TNF- α), l'interleukine (IL)-1 β , IL-8 (Blum et al., 2000 ; Waller et al., 2003). L'augmentation de ces médiateurs inflammatoires est associée à des échecs de reproduction durant le début de la lactation (Barker et al., 1998 ; Schrick et al., 2001). Toutefois, certains agents pathogènes peuvent avoir un impact plus important que d'autres. Les pathogènes à Gram négatif et à Gram positif peuvent influencer la reproduction via des mécanismes similaires ; par exemple, les fragments de peptidoglycane de certaines bactéries Gram positif, comme *Staphylococcus* et *Streptococcus*, peuvent induire des réponses immunitaires semblables à celles provoquées par l'endotoxine lors de mammites à coliformes (Barker et al., 1998).

Conclusion & recommandations

La présente étude met en évidence la complexité et la fragilité des systèmes d'élevage bovin laitier dans la région du Haut Chélif, reflétant largement la situation nationale. Les résultats soulignent une forte hétérogénéité des exploitations, dominées par de petites structures familiales faiblement dotées en ressources foncières et fortement dépendantes des intrants achetés, en particulier des concentrés. Cette dépendance, conjuguée à un déficit fourrager chronique, à la hausse des coûts de production et à une autonomie alimentaire limitée, pèse lourdement sur les performances zootechniques et la rentabilité économique des exploitations. Par ailleurs, les contraintes sanitaires, notamment les mammites subcliniques, apparaissent comme un facteur déterminant de la baisse de la production laitière et de la dégradation des performances de reproduction, accentuant la vulnérabilité économique des éleveurs.

L'investigation sanitaire a montré une prévalence élevée des mammites subcliniques, associée à une diversité importante d'agents pathogènes et à des facteurs de risque clairement identifiés, tels que la parité, le stade de lactation, l'historique de mammite et le niveau de production laitière. L'impact négatif significatif de cette pathologie sur la production de lait et les paramètres de reproduction confirme le rôle central de la santé mammaire dans la durabilité des systèmes laitiers. Ces résultats soulignent que l'amélioration des performances de la filière lait ne peut être envisagée sans une prise en compte intégrée des dimensions techniques, économiques et sanitaires, et sans un renforcement de l'autonomie fourragère des exploitations.

Au regard de ces constats, il apparaît indispensable de recommander le développement de stratégies visant à améliorer l'autonomie alimentaire par l'extension des cultures fourragères, l'optimisation de l'utilisation des ressources locales et l'adaptation des charges animales aux surfaces disponibles. Le renforcement des programmes de prévention sanitaire, notamment à travers l'amélioration des pratiques d'hygiène de traite, la mise en place de plans de lutte contre les mammites et le suivi régulier de la santé mammaire, constitue également une priorité. Enfin, l'accompagnement technique des éleveurs, la structuration des circuits de collecte, l'amélioration des dispositifs de soutien public et la valorisation des exploitations les plus performantes apparaissent comme des leviers essentiels pour assurer la durabilité économique et sanitaire de la filière laitière dans le Haut Chélif et, plus largement, en Algérie.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

1. **Abdeldjalil, D. (2007).** Influence des traitements de surface sur les propriétés mécaniques. Mémoire de magister à l'université de Mentouri Constantine.
2. **Abdelguerfi, A., Abdelguerfi-berrekia, R. (1987).** Réflexions sur la valorisation de quelques espèces fourragères adaptées aux zones arides et semi-arides. *Algerian Annals of Agronomy*, 11(2), 1-10.
3. **Abdelguerfi, A., Laouar M., M'Hammedi Bouzina, M. (2008).** La production fourragère et pastorale en Algérie : Situation et Possibilités d' Amélioration. Revue Semestrielle 'Agriculture & développement'' (INVA, Alger), janvier 2008, n°6 : 14-25. Algérienne. *Rech. Rum.*, 9 : 121.
4. **Abdelli, R., Sadia, Y., Soumeya, K., & Rafik, B. (2021).** Etat des lieux de la filière laitière en Algérie et perspectives de développement. *Algerian Journal of Arid Environment*, 11, 4-14.
5. **Abdurehman, A., Ameha, N. (2018).** Prospects of climate change on livestock production. *Journal of Scientific and Innovative Research* 7, 100-105.
6. **Abed, A. H., Menshawy, A. M., Zeinoh, M. M., Hossain, D., Khalifa, E., Wareth, G., Awad, M. F. (2021).** Subclinical mastitis in selected bovine dairy herds in North Upper Egypt: Assessment of prevalence, causative bacterial pathogens, antimicrobial resistance and virulence-associated genes. *Microorganisms*, 9(6), 1175.
7. **Abrahmsén, M., Persson, Y., Kanyima, B. M., & Båge, R. (2014).** Prevalence of subclinical mastitis in dairy farms in urban and peri-urban areas of Kampala, Uganda. *Tropical animal health and production*, 46(1), 99-105.
8. **Adamou, S., Bourennan, N., Haddabi, F. et Hamidouch, S. (2005).** Quel rôle pour les fermes pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie ? *Série de document travail n°126*, Algérie, 79p.
9. **Addis, T. Z., Adu, J. T., Kumarasamy, M., Demlie, M. (2024).** Occurrence of trace-level antibiotics in the msunduzi river: an investigation into South African environmental pollution. *Antibiotics*, 13(2), 174.
10. **Akkou, M., Titouche, Y., Bentayeb, L., Bes, M., Laurent, F., Ramdani-Bouguessa, N. (2024).** Risk factors for dairy cows mastitis in Algeria, antibiotic resistance and molecular typing of the causative *Staphylococcus aureus*. *Vet Res Commun* 48, 3007-3018.
11. **Allane, M., Ghozlane, F., Temim, S. et Bouzida, S. (2011).** Les performances laitières et le bien être animal dans les exploitations de la wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie). *Livestock Research for Rural Development. Volume 23*. <http://www.lrrd.org/lrrd23/5/Alla23116.htm>.
12. **Amellal, R. (1995).** La filière lait en Algérie : Entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. *Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, n° 14, 229-238.
13. **Auriol, P. (1989).** Situation laitière dans les pays du Maghreb et du Sud-Est de la Méditerranée. *Options méditerranéennes*, 6, 51-72.
14. **Barker, A. R., Schrick, F. N., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., Oliver, S. P. (1998).** Influence of clinical mastitis during early lactation on reproductive performance of Jersey cows. *Journal of dairy science*, 81(5), 1285-1290.
15. **Bechtold, V., Petzl, W., Huber-Schlenstedt, R., Sorge, U. S. (2024).** Distribution of bovine mastitis pathogens in quarter milk samples from Bavaria, Southern Germany, between 2014 and 2023—A retrospective study. *Animals*, 14(17), 2504.
16. **Belhadia, M. (2016).** Stratégie des producteurs laitiers et redéploiement de la filière lait, dans les plaines du Haut Chellif: formaliser l'informel. Thèse de doctorat Es-Sciences Ecole Nationale Supérieure Agronomique, ENSA. Alger .282 p.

Références bibliographiques

17. **Belhadia, M., and Yakhlef, H. (2013).** Performances de production laitière et de reproduction des élevages bovins laitiers, en zone semi-aride: les plaines du haut Cheliff, Nord de l'Algérie. *Livestock Research for Rural Development* 25, 2013.
18. **Belhadia, M., Saadoud, M., Yakhlef, H., and Bourbouze, A. (2009).** La production laitière bovine en Algérie : Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du Moyen Cheliff. *Revue Nature et Technologie* 1, 54-62.
19. **Belhadia, M., Yakhlef, H., Bourbouze, A., Djermoun, A. (2014).** Production et mise sur le marché du lait en Algérie, entre formel et informel. Stratégies des éleveurs du périmètre irrigué du Haut-Cheliff. *New Medit*, 13(1) : 41-49.
20. **Belkheir, B., Ghozlane, F., Benidir, M., Bousbia, A., Benahmed, N. Agguini, S. (2015).** Production laitière, pratiques d'élevage et caractéristiques du lait en exploitations bovines laitières en montagne de Kabylie, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 27, Article 145. <http://www.lrrd.org/lrrd27/8/belk27145.html>
21. **Bellil, K., Boukrif, M., (2015) ;** Analyse comparative de la rentabilité économique des différents systèmes d'élevage laitier à Béjaia, *revue Agriculture N°10/2015*.p.59-66.
22. **Benabdeli, K. (1997).** Impacts socio-économiques et écologiques de la privatisation des terres sur la gestion des espaces et la conduite des troupeaux : Cas de la commune de Telagh (Sidi-Bel-Abbès, Algérie). *Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéens (CIHEAM)*, (32).
23. **Bendiab, N. et Dekhili, M. (2011).** Typologie de la conduite des élevages bovins laitiers dans la région de sétif. *Agriculture N° 2* 2011.
24. **Benyoucef, M.T.(2005)** Diagnostic systémique de la filière lait en Algérie, Organisation et traitement de l'information pour l'analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages, Thèse de doctorat d'Etat en sciences agronomiques, INA Alger, 2004-2005, p.p77-78
25. **Bessaoud, O., Pellissier, J.P., Rolland, J.P., Khechimi, W. (2019).** Rapport de Synthèse sur L'agriculture en Algérie, *Research Report, CIHEAM-IAMM*: Montpellier, France, 82 p.
26. **Bir, A., Madani, T., Yakhlef, H. (2015).** Autonomie alimentaire des systèmes d'élevage bovins laitiers dans la région semi-aride de Sétif (Algérie). *Fourrages*, 221, 85–91.
27. **Bir, A., Yakhlef, H. et Madani, T. (2014).** Diversité des exploitations agricoles laitières en zone semi-aride de Sétif (Algérie). *Livestock Research for Rural Development*. Volume 26, Article 26. <http://www.lrrd.org/lrrd26/2/bir26026.htm>
28. **Birkoun, S., et Benaouda, D. (2014).** Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier dans une région semi-aride de l'Algérie : cas de Sétif. *Livestock Research for Rural Development*, 26(2).
29. **Blum, J.W., Dosogne, H., Hoeben, D., Vangroenweghe, F., Hammon, H.M., Bruckmaier, R.M., Burvenich, C. (2000).** Tumor necrosis factor-alpha and nitrite/nitrate responses during acute mastitis induced by *Escherichia coli* infection and endotoxin in dairy cows. *Domest Anim Endocrinol* 19, 223-235.
30. **Bouamra, M., Ziane, M., Akkou, M., Bentayeb, L., & Titouche, Y. (2024).** Effect of Subclinical Mastitis Detected in the First Month of Lactation on the Reproductive Performance of Dairy Cows in Western Algeria. *Asian Journal of Dairy & Food Research*, 43(4).
31. **Bouchoucha, B., Code, Q. (2018).** Sensitivity of various methods (CMT, CE and Indicator Paper) of subclinical cattle's mastitis diagnostic in some dairy cows breeding in east of Algeria. *International Journal of Advances in Scientific Research*, 4, 06.
32. **Boukhechem, S., Moula, N., Lakhdara, N., & Kaidi, R. (2019).** Feeding practices of dairy cows in Algeria: Characterization, typology, and impact on milk production and fertility. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 6(4), 567.

Références bibliographiques

33. Bourbouze, A., Chouchen, A., Eddebarh, A., Pluinage, J., Yakhlef, H. (1989). Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. *Options méditerranéennes, Série séminaires 6.* : 247-258.
34. Busato, A., Trachsel, P., Schällibaum, M., Blum, J. W. (2000). Udder health and risk factors for subclinical mastitis in organic dairy farms in Switzerland. *Preventive veterinary medicine, 44*(3-4), 205-220.
35. Cha, E., Hertl, J. A., Bar, D., & Gröhn, Y. T. (2010). The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Preventive veterinary medicine, 97*(1), 1–8.
36. Cheikhi, L., Boucherit, H., and Benaradj, A. (2024). Characterization of oasis livestock systems in the region of Béni Abbès (Southwestern Algeria). *Pakistan Journal of Agricultural Research, 37*(4): 331-339.
37. Chemma, N. (2017). La dépendance laitière : Où En Est l'Algérie ? *Revue D'Etudes en Management et Finance D'Organisation N°5 Juillet 2017.*
38. Chibani, C., Chabaca, R., Boulbrahane D. (2010) : Fourrages algériens composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée”, *Livestock Research for Rural Development, 22* (8), n°153.
39. Chombart de Lauwe, P. H. (1969). Hypothèses sur la genèse et le rôle des aspirations et des besoins dans les sociétés du XXe siècle. *Bulletin de psychologie, 22*(278), 1031-1037.
40. Christy, R. J. (2014). Garrett's ranking analysis of various clinical bovine mastitis control constraints in Villupuram district of Tamil Nadu. *Journal of Agriculture and Veterinary Science, 7*(4), 62-64.
41. CLSI, (2015). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fifth Informational Supplement. (Clinical and Laboratory Standards Institute).
42. CLSI, (2024). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 34th ed. CLSI supplement M100-S25 (ISBN 978-1-68440-220-5 [Print]; ISBN 978-68440-221-2 [Electronic]). Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087 USA.
43. CNAAnRG, (2003). (Commission Nationale AnGR). *Rapport national sur les ressources génétiques animales.* Algérie. FAO. 46 p.
44. Condas, L. A., De Buck, J., Nobrega, D. B., Carson, D. A., Naushad, S., De Vliegher, S., Barkema, H. W. (2017). Prevalence of non-aureus staphylococci species causing intramammary infections in Canadian dairy herds. *Journal of dairy science, 100*(7), 5592-5612.
45. Cordonnier, P., Carles, R. et Marsal P. (1970). *Economie de l'entreprise agricole.* Paris: Cujas, 540p.
46. D'Aquino, P., Lhoste, P., Le Maçon, A. (1995). Systèmes de production mixtes agriculture pluviale et élevage en zones humide et sub-humide d'Afrique. *Cirad-emvt, 103p.*
47. De Buck, J., Ha, V., Naushad, S., Nobrega, D. B., Luby, C., Middleton, J. R., Barkema, H. W. (2021). Non-aureus staphylococci and bovine udder health: current understanding and knowledge gaps. *Frontiers in veterinary science, 8,* 658031.
48. Dedieu, B., Ingrand, S. (2010). Incertitude et adaptation: cadres théoriques et application à l'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage. *INRA Productions animales, 23*(1), 81-90.
49. Detilleux, J., Kastelic, J.P., Barkema, H.W. (2015). Mediation analysis to estimate direct and indirect milk losses due to clinical mastitis in dairy cattle. *Prev Vet Med 118,* 449-456.

Références bibliographiques

50. Devun, J., Brunschwig, P., Guinot, C. (2012). Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie alimentaire. *Collection Résultats, Idele, CR 00, 12(39)*, 005.
51. Dezetter, C., Boichard, D., Bareille, N., Grimard, B., Le Mezec, P., and Ducrocq, V. (2019). Le croisement entre races bovines laitières: intérêts et limites pour des ateliers en race pure Prim'Holstein? *INRA Productions Animales 32*, 359-378.
52. Dingwell, R. T., Leslie, K. E., Schukken, Y. H., Sargeant, J. M., Timms, L. L. (2003). Evaluation of the California mastitis test to detect an intramammary infection with a major pathogen in early lactation dairy cows. *The Canadian Veterinary Journal*, 44(5), 413.
53. Djebbara, M. (2008). Durabilité et politique de l'élevage en Algérie. Le cas du bovin laitier. Colloque international « développement durable des productions animales : enjeux, évaluations et perspective, Alger, 20-21.
54. Djermoun, A., Chehat, F., & Bencharif, A. (2017). Stratégies des éleveurs laitiers du Cheliff (Algérie). *New Medit, 16(3)*, 19-27.
55. Dlimi-Bouras, A. (2008). Recommandations pour une stratégie générale du secteur laitier en Algérie. 2 p. Séminaire international sur La Filière Lait : Productions et Biotechnologie, Université Hassiba Ben Bouali, 2008/12/02-03, Chlef, Algérie.
56. Drackley, J. K. (1999). Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259–2273.
57. DSA (Direction des Services Agricole) (2022). Service des statistiques agricoles de la wilaya de Ain defla.
58. Fadlemoula, A., Anacker, G., Fahr, R., Swalve, H. (2007). The management practices associated with prevalence and risk factors of mastitis in large scale dairy farms in Thuringia, Germany (ii-Management and Hygienic). *Australian J. Basic Applied Sci 1*, 751-755.
59. FAOSTAT, (2013). Food and Agriculture Organization Statistics. 288 p.
60. Fartas, A., Bouzebda, Z., Afri, F., & Khamassi, S. (2017). Prévalence et impact des mammites subcliniques sur la rentabilité de bovins laitiers dans l'extrême Est algérien. *Livestock research for rural development*, 29(www.lrrd.org).
61. Feliachi, K. (2003). Rapport national sur les ressources génétiques animales : Algérie. *Commission nationale AnGR, Alger*. 46 p.
62. Ferag, A., Gherissi, D.E., Khenenou, T., Boughanem, A., Moussa, H.H., Kechroud, A.A., Fares, M.A. (2024). Heat stress effect on fertility of two imported dairy cattle breeds from different Algerian agro-ecological areas. *Int J Biometeorol 68*, 2515-2529.
63. Ferrah, A. (2000). L'élevage bovin laitier en Algérie : Problématique, questions et hypothèses pour la recherche. In "3è Journées de Recherches en Productions Animales, Conduite et Performance d'Élevage.", 11 p., Université Mouloud Mammeri (UMMTO), Algérie.
64. Ferrah, A. (2006). Aide publique et développement de l'élevage en Algérie. Contribution à une analyse d'impact (2000-2005), 8 p.
65. Filho, V.B.S., Schiavoni, R.S., Gastal, G.D.A., Timm, C.D., T., L.J. (2014). Association of the occurrence of some diseases with Trop Anim Health Prod reproductive performance and milk production of dairy herds in southern Brazil. *Revista Brasileira Zootecnia 41*, 467–471.
66. Freiwald, A., & Sauer, S. (2009). Phylogenetic classification and identification of bacteria by mass spectrometry. *Nature protocols*, 4(5), 732-742.
67. Galligan, D. (2006). Economic Assessment of Animal Health Performance. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 22(1), 207–227.

Références bibliographiques

68. George, R. E., Sanda, T., Hanna, M., Fröhling, S., Li, W. L., Zhang, J., Look, A. T. (2008). Activating mutations in ALK provide a therapeutic target in neuroblastoma. *Nature*, 455 (7215), 975-978.
69. Ghoribi, L., Bensari, C., Djerrou, Z., Djaaleb, H., Riachi, F., Djaaleb, I., and Chibat, M. (2015). Analyse du mode de conduite des élevages bovins laitiers dans le Nord-Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development*, 27(1).
70. Ghozlane, F., B. Belkheir, and H. Yakhlef. (2010). Impact du fonds national de régulation et de développement agricole sur la durabilité du bovin laitier dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie). *New Medit* 3: 22-27.
71. Ghozlane, F., Bousbia, A., Benyoucef, M.T. et Yakhlef, H. (2009). Impact technico-économique du rapport concentré / fourrage sur la production laitière bovine: Cas des exploitations de Constantine. *Livestock Research for Rural Development. Volume 21, Article, 94*. <http://www.lrrd.org/lrrd21/6/ghoz21094.htm>.
72. Ghozlane, F., Yakhlef, H., Yaici S. (2003). Performances de reproduction et de production laitière des bovins laitiers en Algérie. *Annales de l'Institut National Agronomique, El-Harrach*, 24, 55-68.
73. Ghozlane, F., Bousbia, A., Benyoucef, M. T., Triki. S. (2008). Rapport concentré /fourrage : effet sur la production des vaches laitière dans la wilaya de Constantine *Algerian Annals of Agronomy Volume 29, Numéro 1, Pages 17-27*.
74. Gómez-Cifuentes, C., Molineri, A.I., Signorini, M., Scandolo, D., Calvino, L.F. (2014). The association between mastitis and reproductive performance in seasonally-calved dairy cows managed on a pasture-based system. *Archivos de medicina veterinaria* 46, 197-206.
75. Guard, C. L. (2008). The costs of common diseases of dairy cattle (Proceedings). <https://www.dvm360.com/view/costs-common-diseases-dairy-cattle-proceedings-0>
76. Guarín, J. F., Ruegg, P. L. (2016). Pre-and postmilking anatomical characteristics of teats and their associations with risk of clinical mastitis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 8323-8329.
77. Guedjal, F., Bir, A. and Mouffok, C. (2023). Feeding Practices of Dairy Owners in Semi-arid Region of Algeria. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.299.
78. Hamlaoui, M. W., Kayoueche, F. Z., Benmakhlouf, A., Badache, A., & Haouar, L. (2019). Influence de quelques paramètres intrinsèques liés à l'animal sur la fréquence des mammites subcliniques des vaches laitières. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 7(3).
79. Henry, B., Charmley, E., Eckard, R., Gaughan, J. B., and Hegarty, R. (2012). Livestock production in a changing climate: adaptation and mitigation research in Australia. *Crop and Pasture Science* 63, 191-202 <http://dx.doi.org/10.1071/CP11169>.
80. Hertl, J.A., Schukken, Y.H., Welcome, F.L., Tauer, L.W., Gröhn, Y.T. (2014). Pathogen-specific effects on milk yield in repeated clinical mastitis episodes in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 97, 1465-1480.
81. Hocine, A., Ouzrout, R. et Laadjama, A. (2011). Enquête sur les facteurs de risque des mammites en élevage bovin laitier dans l'Est Algérien. *Livestock Research for Rural Development. Volume 23, Article 11*. <http://www.lrrd.org/lrrd23/1/hoci23011.htm>.
82. Hockett, M.E., Hopkins, F.M., Lewis, M.J., Saxton, A.M., Dowlen, H.H., Oliver, S.P., Schrick, F.N. (2000). Endocrine profiles of dairy cows following experimentally induced clinical mastitis during early lactation. *Anim Reprod Sci* 58, 241-251.
83. Huszenicza, G., Jánosi, S., Kulcsár, M., Kóródi, P., Reiczigel, J., Kátai, L., Peters, A.R., De Rensis, F. (2005). Effects of clinical mastitis on ovarian function in post-partum dairy cows. *Reprod Domest Anim* 40, 199-204.

Références bibliographiques

84. **Idelevich, E. A., Nedow, B., Vollmer, M., Becker, K. (2023).** Evaluation of a novel benchtop tool for acceleration of sample Preparation for MALDI-TOF mass spectrometry. *Journal of Clinical Microbiology*, 61(8), e00212-23.
85. **Inbaraj, S., Sejian, V., Bagath, M., Bhatta, R. (2016).** Impact of Heat Stress on Immune Responses of Livestock: A Review. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 39(4).
86. **Ingvartsen, K.L. (2006).** Feeding- and management-related diseases in the transition cow: Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Animal Feed Science and Technology*, 126(3):175-213.
87. **INRA (2010).** Alimentation des bovins, ovins et caprins : Besoins des animaux-valeurs alimentaires, éd. *Quae*, 309 p.
88. **Jarrige, R. (1988).** Alimentation des bovins ovins et caprins. Paris, INRA France.
89. **Kacimi, El Hassani. (2013).** La dépendance alimentaire en Algérie: importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution? *Mediterranean Journal Of Social Sciences Vol 4, N°11*, 152-158.
90. **Kaczorowski, Ł., Powierska-Czarny, J., Wolko, Ł., Piotrowska-Cyplik, A., Cyplik, P., Czarny, J. (2022).** The influence of bacteria causing subclinical mastitis on the structure of the cow's milk microbiome. *Molecules*, 27(6), 1829.
91. **Kadi, S. A. (2007)** Alimentation de la vache laitière : Etude de quelques élevages d'Algérie. Mémoire de Magister. Université Saad Dahleb de Blida. 129 p.
92. **Kadi, S. A. et Djellal, F. (2009).** Autonomie alimentaire des exploitations laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. *Livestock Research for Rural Development. Volume 21, Article #227*. <http://www.lrrd.org/lrrd21/12/kadi21227.htm>.
93. **Kalli, S., Benidir, M., Ait Kaci, K., Belkheir, B., Benyoucef, M. T. (2011).** Situation de la filière lait en Algérie: Approche analytique d'amont en aval. *Livestock Research for Rural Development*, 23(8), 1-12.
94. **Kalli, S., Saadaoui, M., Ait Amokhtar, S., Belkheir, B., Benidir, M., Bitam, A., Benmebarek, A.M. (2018).** Éléments d'enquête générale sur la filière lait en Algérie. *International Journal of Business & Economic Strategy*, 8: 12-19.
95. **Kaouche-Adjlane, S. (2015).** Etude de l'évolution des pratiques d'élevage de bovins laitiers sur la qualité hygiénique et nutritionnelle du lait cru collecté dans la région centre d'Algérie.
96. **Kechroud, A. A., Merdaci, L., Aoun, L., Gherissi, D. E., Saidj, D. (2024).** Welfare evaluation of dairy cows reared in the East of Algeria. *Tropical Animal Health and Production*, 56(1), 32.
97. **Kerslake, J., Amer, P., O'Neill, P., Wong, S., Roche, J., & Phyn, C. (2018).** Economic costs of recorded reasons for cow mortality and culling in a pasture-based dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1795–1803.
98. **Kharzat, B. (2007).** Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'organisation mondiale du commerce et à la zone de libre-échange avec l'union européenne. Mémoire de magister I.N.A., Alger, 114 p.
99. **Khasapane, N. G., Byaruhanga, C., Thekiso, O., Nkhebenyane, S. J., Khumalo, Z. T. (2023).** Prevalence of subclinical mastitis, its associated bacterial isolates and risk factors among cattle in Africa: a systematic review and meta-analysis. *BMC veterinary research*, 19(1), 123.
100. **Kheffache, H., & Bedrani, S. (2012).** Les importations subventionnées de génisses à haut potentiel laitier : un échec dû à l'absence de politique laitière globale. *Les cahiers du CREAD*, 101.

Références bibliographiques

101. **Khelili, A. (2012).** Impact du rapport fourrage-concentre sur le niveau de la production laitière des exploitations bovines de la plaine du haut Cheliff. Mémoire magister. UHBBC 2012.150 p.
102. **Kitila, G., Kebede, B., Wakgari, M. (2021).** Prevalence, aetiology and risk factors of mastitis of dairy cows kept under extensive management system in west Wollega, western Oromia, Ethiopia. *Vet Med Sci* 7, 1593-1599.
103. **Lacetera, N. (2019).** Impact of climate change on animal health and welfare. *Anim. Front* 9, 26-31.
104. **Ladjali, R. et Tayeb, Bey, A. (2016).** Potentialités fourragères de quelques prairies de Dellys pendant l'hiver et le printemps. Thèse de Master E. N. S. A (Alger), 88p.
105. **Lancelot, R., Faye, B., Lescourret, F. (1997).** Factors affecting the distribution of clinical mastitis among udder quarters in French dairy cows. *Veterinary research*, 28(1), 45-53.
106. **Landais, E., Balent, G. (1993).** Introduction à l'étude des systèmes d'élevage extensif. *Etudes et recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 13-36.
107. **Laribi, S., Boutonnet, J-P., Berabez, F., Adem, R et Kheffache, H. (2023).** Les formes d'intégration agriculture-élevage. Le cas des systèmes de polyculture-élevage bovin laitier de la plaine de la mitidja –algérie. *les cahiers du cread* 39(1):1-2023.
108. **Lassègue, P. (1975).** Gestion de l'entreprise et comptabilité. 7e éd. Paris : *Dalloz*, 680 p.
109. **Lavon, Y., Leitner, G., Voet, H., Wolfenson, D. (2010).** Naturally occurring mastitis effects on timing of ovulation, steroid and gonadotrophic hormone concentrations, and follicular and luteal growth in cows. *J Dairy Sci* 93, 911-921.
110. **Lazereg, M., Brabez, F. (2020).** Politique laitière et accès au marché formel des petits éleveurs dans la région de Sétif. *Les Cahiers du CREAD, Vol 35, N° 4*, pp : 140-143.
111. **Leblanc, S. J. (2008).** Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *The Veterinary Journal*, 176(1), 102–114.
112. **LeBlanc, S. J., Lissemore, K. D., Kelton, D. F., Duffield, T. F., Leslie, K. E. (2006).** Major advances in disease prevention in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 89(4), 1267-1279.
113. **Maalaoui, A., Majdoub, H., Trimeche, A., Souissi, N., Saidani, F., Marnet, P.G. (2021).** Prevalence of bovine mastitis and main risk factors in Tunisia. *Trop Anim Health Prod* 53, 021-02925.
114. **Madani, T., & Mouffok, C. (2008).** Production laitière et performances de reproduction des vaches Montbéliardes en région semi-aride algérienne. *Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 61(2), 97-107.
115. **Madani, T., Hubert, B., Vissac, B., & Casabianca, F. (2002).** Analyse de l'activité d'élevage bovin et transformation des systèmes de production en situation sylvopastorale algérienne. *Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, 55(3), 197-209.
116. **Madani, T., Mouffok, C., Frioui, M. (2004)** Effet du niveau de concentré dans la ration sur la rentabilité de la production laitière en situation semi-aride algérienne *Renc. Rech. Ruminants*, 2004, 11.
117. **MADR, (2006).** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Les schémas directeurs sectoriels de l'agriculture. Réunion d'évaluation du PNDAR - 2ème semestre.
118. **MADR, (2013).** Ministère de l'Agriculture et du développement rural. Statistiques agricoles « superficies et productions ». MADR série A et B.
119. **MADR, (2018).** Ministère de l'Agriculture et du développement rural. Statistiques agricoles 2018 <http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>

Références bibliographiques

120. MADR, (2020). Rapports annuels sur la production animale. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, Algérie.
121. MADR, (2021). Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information, Serie B, superficies et productions. <https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2021/04/SERIE-B-2019.pdf>
122. MADR, (2022). Rapports annuels sur la production animale. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, Algérie.
123. Makhlouf, M., Montaigne, E. (2017). Impact de la nouvelle politique laitière algérienne sur la viabilité des exploitations laitières. *New Medit*, 16(1), 2-10.
124. Makhlouf, M., Montaigne, E. Tessa A. (2015). « La politique laitière algérienne : entre sécurité alimentaire et soutien différentiel de la consommation », *NEW MEDIT*, Vol 14, n°1, pp.12-23.
125. Mamine, F., Fares, M. H., Duteurtre, G., Madani, T. (2021). Régulation du secteur laitier en Algérie entre sécurité alimentaire et développement d'une production locale: synthèse. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 74(2), 73-81.
126. Mansour, L. M. (2015). Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse de doctorat Es-Sciences Option : production animale. Université Ferhat Abbas Sétif. 190 p.
127. Mebarkia, A., Abdelguerfi, A. (2007). Etude du potentiel agronomique de trois espèces de vesces (*Vicia* spp.) et variabilité dans la région semi-aride de Sétif (Algérie). *Fourrages*, 192, 495-506.
128. Merdjane, L., Yakhlef, H. (2016). Le déficit fourrager en zone semi-aride: une contrainte récurrente au développement durable de l'élevage des ruminants. *Revue Agriculture. Numéro spécial*, 1, 43-51.
129. Meskini, Z., Rechidi-Sidhoum, N., Yerou, H., Abbad, A., & Homrani, A. (2022). Typology, productivity and socio-economic profile of dairy farms in Mostaganem Province, Algeria.
130. Meskini, Z., Rechidi-Sidhoum, N., Zouaoui, K., Bounaama, K., Homrani, A. (2021). Infectious aetiologies of subclinical bovine mastitis and antimicrobial susceptibility on northwest of Algeria. *VETERINARIA* 70, 311-323.
131. Mezani, H. (2000). Le lait : Une politique dévastatrice *Agroligne* n° 3, 10-11.
132. Mir, A.Q., Bansal, B.K., Gupta, D.K. (2015). Short term changes in teats following machine milking with respect to quarter health status in cows. *Journal of Animal Research* 5, 467-471.
133. Monistero, V., Graber, H. U., Pollera, C., Cremonesi, P., Castiglioni, B., Bottini, E., Moroni, P. (2018). *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mastitis in eight countries: genotypes, detection of genes encoding different toxins and other virulence genes. *Toxins*, 10(6), 247.
134. Mouffok, C. E. (2007). Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi aride de Sétif, Thèse magister en sciences agronomies. INA Alger, 243p.
135. Mouhous, A., Djellal, F., Guermah, H., Kadi, S. A. (2020). Technical And Economic Performance Of Dairy Cattle Farming In Mountain Areas In Tizi-Ouzou, Algeria *Biotechnology in Animal Husbandry* 36 (4), 487-498, 2020. <https://doi.org/10.2298/BAH2004487M> .
136. Mouhous, A., Dorbane, Z., Djellal, F., Guermah, H., Kadi, S. A. (2022, December). Elevage du bovin laitier en Kabylie (Algérie); quelques éléments de diagnostic Dairy cattle breeding in the Kabylie region (Algeria); some diagnostic elements. In *3R2022: 26èmes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*.

Références bibliographiques

137. **Mouhous, A., Dorbane, Z., Djellal, F., Guermah, H., Kadi, S. A. (2014).** Stratégies d'adaptation des éleveurs bovins laitiers en zone montagneuse d'Algérie : *Rev. Méd. Vét.*, 67(4) : 193-200.
138. **Mtaallah, B., Oubey, Z., Hammami, H. (2002).** Estimation des pertes de production en lait et des facteurs de risque des mammites subcliniques à partir des numérations cellulaires de lait de tank en élevage bovin laitier. *Rev. Méd. Vét.*, 153(4), 251-260.
139. **Mulligan, F.J., Doherty, M.L. (2008).** Production diseases of the transition cow. *Vet J.* 176(1):3-9. doi: 10.1016/j.tvjl.2007.12.018.
140. **Ndahetuye, J. B., Artursson, K., Båge, R., Ingabire, A., Karege, C., Djangwani, J., Persson, Y. (2020).** MILK Symposium review: Microbiological quality and safety of milk from farm to milk collection centers in Rwanda. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 9730-9739.
141. **Ndahetuye, J. B., Persson, Y., Nyman, A. K., Tukei, M., Ongol, M. P., & Båge, R. (2019).** Aetiology and prevalence of subclinical mastitis in dairy herds in peri-urban areas of Kigali in Rwanda. *Tropical animal health and production*, 51(7), 2037-2044.
142. **Ndahetuye, J.B., Twambazimana, J., Nyman, A.K., Karege, C., Tukei, M., Ongol, M.P., Persson, Y., Båge, R. (2020).** A cross sectional study of prevalence and risk factors associated with subclinical mastitis and intramammary infections, in dairy herds linked to milk collection centers in Rwanda. *Prev Vet Med* 179, 28.
143. **Nedjraoui, D. (2001)** Country pasture/forage resource profiles: Algeria. FAO. Org. Algérie.
<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/Algeria.htm>
144. **Nienaber, J., and Hahn, G. (2007).** Livestock production system management responses to thermal challenges. *International Journal of Biometeorology* 52, 149-157.
145. **NMC, 2017.** Laboratory Handbook on Bovine Mastitis. Rev. Ed. National Mastitis Council Inc., New Prague, MN, USA.
146. **Oliver, S. P., Jayarao, B. M., Almeida, R. A. (2005).** Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodborne Pathogens & Disease*, 2(2), 115-129.
147. **Oltenacu, P. A., Broom, D. M. (2010).** The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal welfare*, 19(S1), 39-49.
148. **ONS, (2019).** La production agricole, campagne 2017/2018. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algérie. <http://www.ons.dz>
149. **ONS, (2022).** La production agricole, campagne 2020/2021 (n° 990). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algérie. <http://www.ons.dz>
150. **Ouakli, K., Yakhlef, H. (2003).** Performances Et Modalites De Production Laitiere Dans La Mitidja, INRA Algérie, *Recherche Agronomique. Volume 1, Numéro 13, 2003*, pp. 15-24.
151. **Ouarfli, L., Chehma, A. (2011).** Etude critique de la pratique de l'alimentation des bovins laitiers dans la région d'Ouagla. *Revue des Bioressources* 2011; 1(2):13-18.
152. **Ózsvári, L., Barna, R., Visnyei, L. (2007).** Economic losses due to bovine foot diseases in large-scale Holstein-friesian dairy herds (in Hungarian). *Magy Állatorv Lapja* 129(1), 23-28.
153. **Paccard, P., Capitain, M. et Farruggia, A. (2003).** Autonomie alimentaire des élevages bovins laitiers. *10ème Rencontres Recherches Ruminants*, 89-93.
154. **Pinedo, P.J., Melendez, P., Villagomez-Cortes, J.A., Risco, C.A. (2009).** Effect of high somatic cell counts on reproductive performance of Chilean dairy cattle. *J Dairy Sci* 92, 1575-1580.

Références bibliographiques

155. **Rahularaj, R., Deshapriya, R.M.C., Ranasinghe, R. (2019).** Influence of bovine sub-clinical mastitis and associated risk factors on calving interval in a population of crossbred lactating cows in Sri Lanka. *Trop Anim Health Prod* 51, 2413-2419.
156. **Rainard, P., & Riollet, C. (2006).** Innate immunity of the bovine mammary gland. *Veterinary research*, 37(3), 369-400.
157. **Ranasinghe, R. M. S. B. K., Deshapriya, R. M. C., Abeygunawardana, D. I., Rahularaj, R., & Dematawewa, C. M. B. (2021).** Subclinical mastitis in dairy cows in major milk-producing areas of Sri Lanka: Prevalence, associated risk factors, and effects on reproduction. *Journal of dairy science*, 104(12), 12900-12911.
158. **Rollin, E., Dhuyvetter, K. C., & Overton, M. W. (2015).** The cost of clinical mastitis in the first 30 days of lactation: An economic modeling tool. *Preventive veterinary medicine*, 122(3), 257-264.
159. **Rubin, B., Sabatte, N., Bousquet, D., Brunschwig, Ph., Perrot, C., Gaillard, B. et Mulliez, P. (2004).** Autonomie alimentaire dans les élevages laitiers des Pays de la Loire: les solutions par territoire et l'intérêt de la filière. *11èmes Rencontres de la Recherche sur les Ruminants, Rural Development* 28(4).163-166.
160. **Ruegg, P.L., (2017).** A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *J Dairy Sci* 100, 10381-10397.
161. **Saidani, K., Zeroual, F., Metref, A. K., Dahmani, A., Tennah, S. (2024).** Détection de la mammite bovine par le test CMT dans les conditions de terrain en Algérie. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 77, 1-7.
162. **Sayar, M., & Han, Y. (2014).** Determination of forage yield performance of some promising narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) lines under rainfed conditions in Southeastern Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(4), 376-386.
163. **Schilling, J., Freier, K. P., Hertig, E., Scheffran, J. (2012).** Climate change, vulnerability and adaptation in North Africa with focus on Morocco. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 156, 12-26.
164. **Schreiner, D. A., & Ruegg, P. L. (2003).** Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of dairy science*, 86(11), 3460-3465.
165. **Schrick, F. N., Hockett, M. E., Saxton, A. M., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., Oliver, S. P. (2001).** Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *Journal of dairy science*, 84(6), 1407-1412.
166. **Semara, L., Madani, T., Mouffok, C., Belkasm, F. (2018).** Réaction des éleveurs bovins des régions semi-arides algériennes face aux contraintes économiques et climatiques. *Cahiers Agricultures*, 27, 65001. <https://doi.org/10.1051/cagri/2018007>
167. **Senoussi, A., (2008).** Caractérisation de l'élevage bovin laitier dans le Sahara : Situation et perspectives de développement. In *Colloque International «Développement durable des productions animales: enjeux, évaluation et perspectives»*, Alger, 20-21 Avril 2008.
168. **Sheikh, A. A., Bhagat, R., Islam, S. T., Dar, R. R., Sheikh, S. A., Wani, J. M., and Dogra, P. (2017).** Effect of climate change on reproduction and milk production performance of livestock: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 6, 2062-2064.
169. **Shittu, A., Abdullahi, J., Jibril, A., Mohammed, A.A., Fasina, F.O. (2012).** Sub-clinical mastitis and associated risk factors on lactating cows in the Savannah Region of Nigeria. *BMC Vet Res* 8, 1746-6148.
170. **Siatka, K., Sawa, A., Bogucki, M., Piwczynski, D., Krezel-Czopek, S. (2019).** The relationships between the somatic cell counts in the milk and the fertility of Polish Holstein-Friesian cows. *Veterinárni medicína*, 64.

Références bibliographiques

171. Skouri, M. (1993). La désertification dans le bassin Méditerranéen: Etat actuel et tendance. Etat de l'agriculture en Méditerranée. Les sols dans la région méditerranéenne: utilisation gestion et perspective d'évolution. *Cahiers Options Mediterranean's*, 1(2), 23-37.
172. Sraïri, M.T., Chergui, S., Igueld, H., Sannito, Y. (2015). Performances des exploitations laitières familiales au Maroc: arguments pour l'amélioration du prix du lait à la ferme et de l'appui technique *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* 67(4):183.
173. Sraïri, M. T., Kesab, B. (1998). performances et modalités de production laitière dans six étables spécialisées au Maroc *INRA prod anim* 1998 ; 11(4) : 321-6.
174. Sraïri, M.T., Benabdeljel, K., Touré, A. (2003). Typologie d'exploitations agricoles en zone montagneuse au Maroc à travers l'analyse des activités d'élevage. *New médit.* 4(2), 15-22.
175. Sraïri, M.T., Bensalem, M., Bourbouze, A., Elloumi, M., Faye, B., Madani, T. Yakhlef, H. (2007). Analyse comparée de la dynamique de la production laitière dans les pays du Maghreb. *Cahier Agriculture Vol. 16, N°4*, 251-257.
176. Sraïri, M.T., M.T. Benyoucef, Kraiem, K. (2013). The dairy chains in North Africa (Algeria, Morocco and Tunisia) from self-sufficiency options to food dependency. *Springer plus*, 2(1):162.
177. Sraïri, MT. (2004). Typologie des systèmes d'élevage bovin laitier au Maroc en vue d'une analyse de leurs performances. Thèse doctorat, Gembloux Agro-Bio Tech Univ Liège, Belgique., 214 p.
178. Srinivasan, P., Jagadeswaran, D., Manoharan, R., Giri, T., Balasubramaniam, G.A., Balachandran, P. (2013). Prevalence and etiology of subclinical mastitis among buffaloes (*Bubalus bubalus*) in Namakkal, India. *Pak J Biol Sci* 16, 1776-1780.
179. Stanek, P., Żółkiewski, P., & Januś, E. (2024). A review on mastitis in dairy cows research: current status and future perspectives. *Agriculture*, 14(8), 1292.
180. Staub, C., Touze, J. L., Bouttier, A., Freret, S., Gilbert, F. B., Dupont, M., Delanoue, M., Mouaze, C., Metivier, L., Briant, E., Renaud, G., Dupont, J. and Rainard, P. (2013). Clinical Mastitis in dairy Holstein Cows: effects on milk yield, electrical conductivity, udder and teat morphology. *Renc. Rech. Ruminants*, 2013, 20.
181. Summer, A., Lora, I., Formaggioni, P., and Gottardo, F. (2019). Impact of heat stress on milk and meat production. *Animal Frontiers* 9, 39-46. <https://doi.org/10.1093/af/vfy026>.
182. Susmel, P., Spanghero, M., Mills, C. R. (1989). Intensification of cattle milk production in mediterranean countries: low forage systems. In: Tisserand, J.-L. (ed.). Le lait dans la région méditerranéenne. Paris : CIHEAM, p. 79-89. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 6). Colloque sur le Lait dans la Région Méditerranéenne, Rabat (Maroc) ,1988/10/25-27.
183. Tanwar, R.S., Sarsar, V., Soni, N., Ahuja, A. (2018). Prevalence and severity of sub-clinical mastitis in lactating cows: Detection by surf field mastitis test. *International Journal of Advance Research* 6, 976-985.
184. Taponen, S., Liski, E., Heikkilä, A. M., Pyörälä, S. (2017). Factors associated with intramammary infection in dairy cows caused by coagulase-negative staphylococci, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Corynebacterium bovis*, or *Escherichia coli*. *Journal of dairy science*, 100(1), 493-503.
185. Tirel, J.-C. (1992). Utilisation de l'espace et systèmes de production. *Économie rurale*, 208(1), 29-34. <https://doi.org/10.3406/ecoru.1992.4465>.
186. Waller, K.P., Colditz, I.G., Lun, S., Ostensson, K. (2003). Cytokines in mammary lymph and milk during endotoxin-induced bovine mastitis. *Res Vet Sci* 74, 31-36.

Références bibliographiques

187. Wolfenson, D., and Roth, Z. (2019). Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. *Animal Frontiers* 9, 32-38.
188. Wolfová, M., Štípková, M., Wolf, J. (2006). Incidence and economics of clinical mastitis in five Holstein herds in the Czech Republic. *Preventive Veterinary Medicine*, 77(1), 48–64.
189. Yakhlef, H. (1989). La production extensive de lait en Algérie. Option Méditerranéennes- Série A, *Séminaires méditerranéens*, n° 6, 247-258.
190. Yakhlef, H., Madani, T., Ghozlane, F., Bir, A. (2010). Rôle de matériel animal et de l'environnement dans l'orientation des systèmes d'élevage bovin en Algérie. *8ème JSV, ENSV, Alger*.
191. Yakhlef, H., Triki, S., & El-Hani, F. (2002). Effet de la durée de stockage sur la valeur alimentaire de la paille traitée à l'urée. *Sciences & Technology. A, exactes sciences*, 111-115.
192. Yerou, H., Homrani, A., Benhanassali, A., Bussedra, D. (2019). Typological assessment of dairy farms systems in semi-arid Mediterranean region of western Algeria. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 35, 4, 335-346.
193. Zaatout, N., Ayachi, A., Kecha, M. (2020). Epidemiological investigation of subclinical bovine mastitis in Algeria and molecular characterization of biofilm-forming *Staphylococcus aureus*. *Trop Anim Health Prod* 52, 283-292.
194. Zaatout, N., Ayachi, A., Kecha, M., Kadlec, K. (2019). Identification of staphylococci causing mastitis in dairy cattle from Algeria and characterization of *Staphylococcus aureus*. *J Appl Microbiol* 127, 1305-1314.
195. Touhari F., Meddi M., Mehaiguene M. Razack M. (2014). Hydrogeochemical assessment of the Upper Cheliff groundwater (North West Algeria). *Environ Earth Sci* ISSN 1866-6280. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3598-6>. 21p.
196. Hervieu B., & Allaya, M. (2006). Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région méditerranéenne. Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, Rapport annuel 2006 *CIHEAM*. https://www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/index.php?lvl=coll_see&id=37
197. Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL) (2021). Résumé de la stratégie ONIL pour le développement de la filière lait en Algérie. <https://onil.dz/resume-de-la-strategie-onil-pour-le-developpement-de-la-filiere-lait-en-algerie/>
198. Meskini, Z., Rechidi-Sidhoum, N., Dahou, A. E. A., Bounaama, K., Homrani, A. (2020). Characteristics and typology of dairy cattle farming systems in west region of Algeria. *Scientific Papers Series-Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 20(3), 361-368.
199. Saidi, R., Khelef, D., Kaidi, R. (2013). Subclinical mastitis in cattle in Algeria: Frequency of occurrence and bacteriological isolates. *J.South Afr. Vet. Assoc.*, 84, 929. doi: <https://10.4102/jsava.v84i1.929>. PMID: 23718559.
200. Cheng, W.N.; Han, S.G (2020). Bovine mastitis: Risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments—A review. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 33, 1699–1713. DOI: [10.5713/ajas.20.0156](https://doi.org/10.5713/ajas.20.0156).
201. Oltenacu, P.A. Broom, D.M. (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Anim. Welf.* 19, 39–49. [10.1017/S0962728600002220](https://doi.org/10.1017/S0962728600002220)
202. Foughali, A. A., Ziam, H., Agag, S., Medrouh, B., Elgroud, R. (2019). Caractérisation des exploitations laitières dans trois communes de Constantine, à l'Est algérien. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques Et Vétérinaires*, 7(3). Consulté à l'adresse https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/view/736.

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire

Le présent questionnaire a été conçu dans le cadre d'une enquête portant sur les performances zootechniques et économiques des exploitations bovines laitières dans la région du Haut Cheliff, dans le but de contribuer à la réalisation d'une thèse de doctorat.

Date :..... / /

Numéro de questionnaire :.....

Commune :.....

Région :.....

1. Identification et localisation de l'exploitation :

-Nom de l'exploitant :

-Nature juridique : propriétaire Locataire

PrivéEAI EAC Ferme pilote

-Âge de l'exploitant : ans

Activité principale : Agriculture..... Elevage Autres :

-Foncier en hectare:

SAT(h)	SAU (h)	SAU en sec (h)	SAU en irrigué (h)	SFP (h)	SF en irrigué(h)

-Spécialisation d'élevage : viande Lait Mixte

Agrément sanitaire : Oui Non

-Les activités agricoles : Elevage seulélevage – Agriculteur Autre

-Nature de l'activité : principale Secondaire

-Système de production : viande Lait Mixte

-Mode d'élevage : intensif..... semi intensif..... extensif

-Conduite de pré-troupeau : oui..... non.....

-Enregistrement des données (planning et registre...) : ouinon

-Taille de cheptel

Animaux	VL	Génisses	Taurillon	Taureaux	Veaux et Velles

-Les Races des Bovins

Races	Nombre
Bovin laitier local	
Bovin laitier croisé	
Bovin laitier importé	

-Age des éleveurs :.....

-Niveau scolaire : Rien..... primaire..... secondaire.....
universitaire.....

-Formation agricole : oui non.....

Si oui ; dans quelle domaine

-Depuis quand exercez vous ce métier :.....

2. Equipement :

Bâtiments d'élevage

-Nombre d'étables :..... ,

-Capacité (têtes)Surface (m²).....

-Etat : excellente bon moyen..... médiocre.....

-Type du bâtiment : garage..... Étable..... Autre

- Bâtiment - Ouvert- Semi-ouvert..... - Fermé.....

- Etat général des bâtiments : bon..... moyen mauvais

- Type de Stabulation : libre..... entravée..... Autre.....

- Un seul bâtiment pour tous les animaux (vaches, génisses de renouvellement et veaux)

.....

- Plusieurs bâtiments oui non.....

Si oui nombre : Utilité de chacun.....

Existe-t-il d'autres bâtiments annexes pour le stockage des

Aliments Oui Non

Fourrages secs Oui Non

Fourrages verts (silos) Oui Non

Autres annexes (hangar mécanique) Oui Non

-Existe-t-il une nursery pour les jeunes ? Oui Non

-Existe-t-il un atelier vache laitière ? Oui Non

-Existe-t-il une salle de traite ? Oui Non

-Air de couchage : solsol paillébétonbéton
paillé.....

-Mur :.....- Toiture :.....

-Isolants thermiques : oui Non

-fréquence de nettoyage de la litière

.....

- Eclairage : oui..... non.....

- Aération :

naturelle.....mécanique.....

.....

- La mécanisation : le matériel agricole et le transport :

Matériel	propriétaire	locataire	Nombre
Tracteurs			
Charrues			
Citernes			
Camionnettes			

Remorque			
Chariot trayeur			
Autre			

3. Alimentation

Ressources en eau : puits..... oued..... Forage..... autre
nombre :.....

Abreuvement a volonté : oui..... non.....

Si non, le moment Nbre de fois :..... Quantité/VL :

Ration alimentaire des vaches laitières

Type d'aliment	Quantité distribuée Kg/V/J	Fréquence de distribution	d'aliment acheté ou produits locale
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Reproduction :

• Vous pratiquez l'insémination artificielle ?.... Ou juste la monté naturelle ?...

.....

Ou l'insémination artificielle + la montée naturelle

?.....

Détection des chaleurs oui..... non.....

Temps consacré à la détection

Quand et combien de temps : matin..... A.M..... soirtemps :

.....Min

Par qui :.....

Programme de synchronisation des chaleurs oui.....

Non.....

Quand et pourquoi :.....

Diagnostic de gestation : Oui..... non

Moment: 1^{er}Mois..... 2^{eme}Mois..... 3^{eme} Mois..... 4^{eme} Mois et plus

.....

Age de mis a la reproduction des génisses ;

Moyen de Diagnostic:

5. Traite et production laitière :

Matériel de traite :

- Traite manuelle :

- Machine à traire..... type de machine à traire et combien de poste :

- Machine a chariot nombre :.....

Durée moyenne d'une traite :

Nombre de traite/j :..... Les horaires de la traite :

Alimentation : avant..... pondant.....

Après.....

Quantité de lait produit /jour

Production moyenne par vache/jour :.....

6. Commercialisation du lait :

Date début de commercialisation du lait :.....

- A qui vous vendez le lait en ce moment : revendeur..... Consommateur.....

unité de transformation..... laiterie..... laquelle :.....

- Autoconsommation : oui..... Non.....

Si oui la quantité :.....

Livrer vous-même le lait : oui..... non.....

Changez-vous l'acheteur souvent : oui..... non.....

si oui pourquoi :.....

Fréquence de c collecté : 1 fois/J..... 2 fois/jour1J/2autres
:.....

Le collecteur de lait refuse-t-il de prendre le lait parfois :

ouinon.....

Si oui pourquoi.....

7. Hygiène et santé :

Présence d'un pédiluve :- Oui..... – Non.....

Si oui quel produit :.....

Rythme de passage dans le pédiluve : - 2 fois/semaine-1 fois/ semaine -.....

1 fois /deux semaines -.....1 fois/mois- moins de 1 fois/mois

Rythme de changement du pédiluve :.....

- Indemne de pathologies infectieuse à déclaration obligatoire : oui..... non

.....

Maladies dominantes dans l'élevage ;

.....

.....

.....

.....

Mise en Quarantaine systématique des animaux entrant : ouinon

.....

Traitement antiparasitaire : oui..... non.....

L'hygiène de la traite

Nettoyage de la mamelle oui Non.....

Seulement les trayons

Lavettes individuelles oui..... Non.....

Si oui produits dans l'eau des lavettes :..... Fréquence de lavage des lavettes
:..... douchette + essayage.....

Pré-trempage + essayage papier ouinon..... Autres techniques
:.....

Trempage post traite oui..... non.....
si oui quel produit.....

-Rations alimentaires :

Aliments		Acheté	Produits dans l'exploitation	Quantité distribuée Kg/V/J	Fréquences de distribution / J
Fourrage sec	Paille				
	Foin				
Fourrage verte	Bersim				
	prairies naturelles				
	Sorgho				
	Ensilage				
	Autre				
Concentré (kg)					

-La main d'œuvre :

Main d'œuvre	Familiale	Permanente	Saisonnier
Effectifs			

-Contrôle laitier :

Numéro de vache	Quantité de laits produits									
	1 ^{ère} Contrôle	2 ^{ème} Contrôle	3 ^{ème} Contrôle	4 ^{ème} Contrôle	5 ^{ème} Contrôle	6 ^{ème} Contrôle	7 ^{ème} Contrôle	8 ^{ème} Contrôle	9 ^{ème} Contrôle	10 ^{ème} Contrôle

-Suivi sanitaire :

Numéro de vache	Date	Maladie	Traitement
.....
.....

.....

-Economie

- le montant mensuel de l'insémination artificielle avec ou sans l'échauffement des vaches ?
.....DA/AN.
- le montant mensuel des interventions vétérinaires avec les médicaments ?.....
- le montants mensuel de produits d'hygiènes ?.....en DA/AN.
- le montant trimestriel d'électricité du bâtiment ?Da/trimestre.

-Parcelles de culture et de pâturage :

	propriétaire	locataire	Surface en H	Période de culture	Prix de location et travaux en DA/AN
Parcelle					

-Culture

Type de culture	Saison de culture	Quantité de semence Kg	Prix d'achat de semence en DA
sorgho			
Bersim			
avoine			
luzerne			
Autre			

-Main d'œuvre :

Type de travail effectué	Nombre d'ouvrier	Prix en DA	
		Par saison	Par année
Travail en bâtiment			
Labour			
fauchage			
Autre travaux			

-Source d'abreuvement et d'irrigation :

Source d'eau	Naturelle	Eau de robinet	Citerne
Prix en DA/mois			
Prix en DA/trimeste			

- Alimentation:

Type d'aliment	Quantité distribuée Kg/V/J	Quantité d'aliment acheté	Prix d'aliment acheté
Concentré			
Paille			
Foin			
Avoine			
Luzerne			
Ensilage			
Prairies naturelles			
Sorgho			
Bersim			

- La mécanisation : le matériel agricole et le transport :

Matériel	propriétaire	locataire	Cout de location en DA/AN	Nombre	Cout de dépenses en Gazoil /AN
Tracteurs					
Charrues					
Citernes					
Camionnettes					
Remorque					
Chariot trayeur					
Autre					

-Matériel animal

	Race	Nombre vendu	Nombre d'animaux achetés	Prix de vente DA	Prix de L'achat DA
Vaches latières					
Génisses					
Taureaux					
Tourillon					
veaux					
vêles					

- Production laitière :

	Quantité produite	Autoconsommation	collecté	Allaitement	Autre
Quantité de lait en (L)					

Annexe 3 : Valeurs nutritives des aliments selon la base de données Feedipedia :

Fourrages verts				
Aliments	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Sorgho en vert	0,28	0,72	53	79
Avoine en vert	0,26	0,77	65	74
Bersim en vert	0,13	0,80	92	77
Luzerne en vert	0,20	0,78	110	69
Orge en vert	0,25	0,76	64	70
Mouvaise herb	0,67	0,60	29	65

Fourrages secs				
Aliments	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Paille de blé	0,91	0,53	40	68
Luzerne déshydratée	0,91	0,69	91	72
Foin de luzerne	0,89	0,68	99	65
Foin d'avoine	0,89	0,67	59	72
Foin d'orge	0,85	0,77	52	73
Paille d'orge	0,91	0,50	38	66

Ensilages				
Aliments	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Ensilage de maïs	0,33	0,91	46	79
Ensilage de sorgho	0,28	0,73	45	68
Ensilage d'orge	0,36	0,71	64	67
Ensilage de luzerne	0,31	0,73	89	82

Aliments concentrés				
Aliments	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)
Son	0,87	0,93	96	76
Orge en grain	0,87	1,09	71	95
Drêches	0,91	0,81	108	74
Maïs GRANE	0,86	1,22	74	97
Tourteau de Soja	0,88	1,21	377	261
CC B17	0,91	0,84	93	108
Concentré SIM (lactation)	0,88	0,98	128,3	111,5
Concentré SIM (tarissement)	0,88	0,9	92	88,3

Rationnement vache laitière (600 kg PV)										
Ration	Composition des aliments (kg MS)				Quantités ingérées (kg/VL/j)	Apports nutritifs (/VL/j)				
	MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)		MS (kg)	UFL	PDIN (g)	PDIE (g)	
Concentré SIM (lactation)	0,88	0,98	128,3	111,5	7,00	6,16	6,04	790,33	686,84	
Foin d'avoine	0,89	0,67	59	72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ensilage de maïs	0,33	0,91	46	79	16,00	5,20	4,74	236,79	412,23	
Bersim en vert	0,13	0,80	92	77	0	0,00	0,00	0,00	0,00	
Avoine en vert	0,26	0,77	65	74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sorgho en vert	0,28	0,72	53	79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Paille de blé	0,91	0,53	40	68	10,00	9,10	4,79	362,61	615,22	
apports nutritifs totaux					33,0	20,5	15,6	1389,7	1714,3	
déduction des besoins journaliers d'entretien							-5,00	-395,00	-395,00	
disponibilité pour la production laitière							10,6	994,7	1319,3	
besoins pour 1Kg de lait à 4 % de MG							0,44	48,00	48,00	
production de lait permise par la ration							24,0	20,7	27,5	

Annexe 4. Classement des calendriers fourragers des exploitations suivis (Compagnie 2022)

1. Aucun fourrage vert dans la ration :

Exploitations: 8,11,12,13 et 14	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

2. Un seul fourrage vert dans la ration sur toute l'année :

Exploitations : 3, 4, 15, 16, 17 et 18	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Ensilage de maïs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Exploitations : 1, 2 et 9	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Ensilage de maïs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

3. Utilisation du fourrage vert sur une période de l'année seulement :

Exploitation : 5	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Bersim en vert	x	x	x	x	x							
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Exploitation : 6	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Bersim en vert	x	x	x	x	x							x
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

4. Utilisation de deux fourrages verts dans la ration, parfois un seul sur une courte période de l'année :

Exploitation : 7	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Ensilage de maïs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bersim en vert	x	x	x	x	x							
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Exploitation : 23	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Ensilage de maïs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bersim en vert	x	x	x	x	x							
Foin de vesce avoine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Exploitations : 10	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Ensilage de maïs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bersim en vert	x	x	x	x	x							
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

5. Utilisation de deux fourrages verts dans la ration sur une longue période de l'année:

Exploitation : 19	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Orge en vert			x	x	x							
Sorgho en vert						x	x	x	x	x	x	
Luzerne en vert	x	x	x						x	x	x	x
Ensilage de maïs	x	x		x	x	x	x					x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Exploitation : 20	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Bersim en vert	x	x	x	x	x							x
Sorgho en vert						x	x	x	x	x		
Luzerne en vert					x	x	x	x	x	x	x	x
Foin de vesce avoine		x	x	x	x	x	x	x	x			
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Exploitation : 21	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Bersim en vert	x	x	x	x	x							x
Brier Naturelle		x	x	x	x							
Sorgho en vert						x	x	x	x	x		
Luzerne en vert					x	x	x	x	x	x	x	x
Foin de vesce avoine		x	x	x	x	x	x	x	x			
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Exploitation : 22	Mois											
Nature du fourrage	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Bersim en vert	x	x	x	x	x							x
Sorgho en vert						x	x	x	x	x		
Luzerne en vert						x	x	x	x	x	x	x
Paille de blé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Annexe 5 : Fiche de prélèvement de lait à CMT positifs

Date : Numéro de prélèvement :

Exploitation :

-Identification de l'animale et Prélèvement :

Animal ID :		BCS :
Race :	Âge	<input type="checkbox"/> Bonne <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Cachectique
Acheté :	N° de lactation :	NEC :
	PL :	Date de vêlage :
	Tariissement (oui ou non et la duré) :	Gestation :
Stade de Lactation <input type="checkbox"/> 1 ^{er} Trimestre <input type="checkbox"/> 2 ^{em} Trimestre <input type="checkbox"/> 3 ^{em} Trimestre Propriété de l'animal : Propre :		Mammites antécédentes: <input type="checkbox"/> Une <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> >3 Traitement antécédents: <input type="checkbox"/> Une <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> >3 Antibiotique utilise : Local : Parentérale : Autre pathologie:.....
Un peu sale :	Sale :	
Très Sale :	NB quartiers non fonctionnels :	

Numéro de prélèvement selon les cartiers positifs :

N° AG:

Note de teste CMT :

N°AD:

Note de teste CMT :

N° RG:

Note de teste CMT :

N° RD:

Note de teste CMT :