



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Institut des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Des Sciences Agronomique De Foresterie Et Environnement

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme

De Master académique en

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité: Production Animale

Présenté Par :

- Koudiah Souad
- Koudiah Boutheyna

THEME

**Étude technico-économique de l'adaptation saisonnière
des rations alimentaires pour optimiser la production et
la rentabilité laitière**

Soutenu Publiquement le 06 /07/2026

Devant le jury composé de :

Mémoire dirigé par :

AICHOUNI Ahmed

CHAHBAR Mohamed

GUENAOUI Mohamed

BENAGROUBA Soufiane

ABDELHAMID Fadhila

Pr, Univ-Tissemsilt

MCA, Univ-Tissemsilt

MCA, Univ-Tissemsilt

Doctorant, Univ-Tissemsilt

Univ-Tissemsilt

Président (e) :

Examineurs :

Encadrant

Co-encadrant

Représentant de l'incubateur

Promo 2025/2026

Remerciements

Toute louange et gratitude reviennent en premier lieu à Dieu Tout-Puissant, qui nous a accordé santé, force et persévérance tout au long de l'élaboration de ce travail. C'est par Sa grâce et Sa miséricorde que nous avons pu mener à bien ce mémoire.

*Nous tenons à exprimer notre profonde et sincère gratitude à notre directeur de mémoire, Monsieur le Professeur **mohamed guenaoui**, pour la confiance qu'il nous a accordée en acceptant d'encadrer ce travail. Ses orientations avisées, sa rigueur scientifique, sa disponibilité constante et sa patience exemplaire ont été des atouts déterminants dans l'accomplissement de cette recherche. Qu'il trouve ici l'expression de notre haute considération et de notre profond respect.*

Nos sincères remerciements s'adressent également aux membres du jury, qui ont accepté d'évaluer ce travail et d'y apporter leur expertise scientifique. Leur lecture attentive et leurs remarques constructives contribueront sans nul doute à l'enrichissement de cette étude.

*Nous adressons également nos vifs remerciements à l'ensemble du corps enseignant de la **Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Tissemsilt**, dont le dévouement et la qualité de l'enseignement dispensé tout au long de notre cursus universitaire ont contribué à notre formation scientifique et intellectuelle.*

*Une pensée amicale et chaleureuse va à l'ensemble de nos camarades de la promotion **2025/2026**, avec qui nous avons partagé les épreuves et les joies de ce parcours académique. Leur esprit de solidarité et d'entraide a été une source de motivation tout au long de cette aventure intellectuelle.*

Enfin, nous adressons notre gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réussite de ce travail. Que chacun trouve ici le témoignage de notre sincère reconnaissance.

Dédicace

« À tous ceux qui ont été ma lumière dans les moments d'obscurité, mon soutien dans les moments de doute et ma joie dans les moments de bonheur... »

À mes très chers parents, source inépuisable d'amour, de sacrifices et de bienveillance. Nul mot ne saurait exprimer la profondeur de ma gratitude pour tout ce que vous avez accompli pour moi. Puisse ce travail être une infime marque de reconnaissance pour votre dévouement sans faille.

À mes frères Mohamed, Kadi et Oussama, pour leur fraternité sincère, leur soutien indéfectible et leur présence réconfortante à chaque étape de ce parcours.

À mes chères sœurs Djahida et Fatima, dont l'affection et la tendresse m'ont accompagné tout au long de ce travail. Leur encouragement constant a été pour moi une force précieuse.

À mes chères amies, Rahil, Chaïma, Khaïra, Soumia, Asma, Inès, Wafaa et Ikram, pour leur amitié loyale, leur bonne humeur communicative et tous les souvenirs partagés qui ont rendu ce parcours académique inoubliable.

À vous tous, je dédie ce modeste travail avec toute mon affection et ma sincère gratitude.

Bouthayna

Dédicace

« À ceux qui m'ont appris que l'amour est la plus grande des forces et que la famille est le plus précieux des trésors... »

À mes très chers parents, qui ont consacré leur existence à mon éducation et à mon épanouissement, et dont les prières sincères ont été mon bouclier et ma force. Puisse ce modeste travail être le reflet de leur amour et le fruit de leurs précieux sacrifices.

À mes chers frères Mohamed, Kadi et Oussama, pour leur soutien fraternel, leur générosité et leur présence bienveillante qui m'ont accompagné tout au long de ce parcours.

À mes chères sœurs Djahida et Fatima, dont l'affection sincère et les encouragements constants ont été pour moi une source d'énergie et de persévérance.

À mes neveux Adam et Iyad, et à ma nièce Qamar, ces petits êtres précieux dont les sourires innocents illuminent notre quotidien et nous rappellent la beauté de la vie. Que Dieu les garde et les comble de bonheur.

À ma chère amie Rahil, pour son amitié fidèle, son soutien moral indéfectible et sa présence précieuse tout au long de ce travail.

À vous tous, je dédie ce travail avec toute mon affection, ma fierté et ma profonde gratitude.

Souad

Résumé

La présente étude porte sur l'évaluation de l'impact des variations saisonnières de l'alimentation sur les performances de production laitière des vaches de races Holstein et Montbéliarde, conduites en système intensif à la ferme Soummam de Hassi Fedoul (wilaya de Djelfa, Algérie). Les données ont été collectées au cours de l'année universitaire 2024/2025, portant sur un troupeau de 659 vaches laitières soumises à quatre rations saisonnières distinctes. La production laitière journalière a été enregistrée lors de deux traites mécaniques, et la qualité du lait — en termes de taux butyreux et de taux protéique — a été évaluée à l'aide de l'analyseur ultrasonique Lactoscan. Une analyse économique comparative des marges alimentaires par saison a également été réalisée. Les résultats révèlent que le printemps correspond à la meilleure période de production, avec un rendement moyen de 22,07 L/vache/jour et une marge alimentaire positive de 608,55 DA/jour, tandis que l'hiver se distingue par une qualité laiteuse supérieure, caractérisée par un taux de matière grasse de 4,24 % et un taux de protéines de 3,64 %. L'automne affiche les résultats les plus défavorables, avec une production de 15,60 L/jour et une marge alimentaire négative de -57,00 DA/jour. Ces résultats mettent en évidence la nécessité d'une stratégie de gestion nutritionnelle saisonnière adaptée, visant à optimiser simultanément la production quantitative et qualitative du lait, ainsi que la rentabilité économique de l'élevage laitier en conditions semi-arides.

Mots-clés : *Vaches laitières ; alimentation saisonnière ; production laitière ; qualité du lait ; matière grasse ; analyse économique.*

Abstract

This study investigates the effect of seasonal dietary variations on the milk production performance of Holstein and Montbéliarde dairy cows managed under an intensive system at the Soummam farm, located in Hassi Fedoul (Djelfa Province, Algeria). Data were collected throughout the 2024/2025 academic year from a herd of 659 dairy cows subjected to four seasonally rations. Daily milk yield was recorded across two mechanical milking sessions, and milk quality parameters including fat and protein contents were assessed using a Lactoscan ultrasonic milk analyzer. A comparative economic analysis of seasonal feed margins was also conducted. Results indicate that spring achieved the highest milk yield, averaging 22.07 L/cow/day, along with the most favorable feed margin of 608.55 DZD/day. Winter was characterized by superior milk quality, with fat content reaching 4.24% and protein content at 3.64%. Autumn recorded the lowest productivity at 15.60 L/day, accompanied by a negative feed margin of –57.00 DZD/day. These findings emphasize the critical importance of implementing a season-specific nutritional management strategy to simultaneously optimize milk yield, compositional quality, and the overall economic efficiency of dairy farming under semi-arid conditions.

Key words: *Dairy cows; seasonal feeding; milk production; milk quality; fat content; economic analysis.*

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر التغيرات الموسمية للنظام الغذائي على الأداء الإنتاجي والخصائص النوعية لحليب سلالاتي أبقار "الهولشتاين" (Holstein) و"المونبيلارد" (Montbéliarde)، المستغلتين وفق نمط التربية المكثف بمزرعة "سومام" الكائنة بمنطقة حاسي فدل (ولاية الجلفة، الجزائر). شملت الدراسة قطعاً مكوناً من 659 بقرة حلوب خلال السنة الجامعية 2025/2024، حيث خضعت الحيوانات لأربع حصص غذائية متباعدة باختلاف الفصول. تم قياس الإنتاج اليومي من الحليب عبر حلبتين ميكانيكيتين يومياً، في حين أُخضعت الخصائص الفيزيوكيميائية للحليب (نسبة الدهون ونسبة البروتينات) للتحليل الكمي باستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية (Lactoscan) علاوة على ذلك، تضمن البحث دراسة اقتصادية مقارنة لتحديد هامش العلف لكل فصل.

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الفصول؛ حيث سجل فصل الربيع أعلى معدل إنتاجية بـ 22.07 لتر/بقرة/يوم، محققاً أفضل عائد اقتصادي بهامش علف بلغ 608.55 دج/بقرة/يوم. بالمقابل، تميز فصل الشتاء بالقيمة الغذائية الأعلى للحليب، حيث بلغت نسبة الدهون 4.24% ونسبة البروتينات 3.64%. في حين سجل فصل الخريف أدنى أداء إنتاجي بمعدل 15.60 لتر/بقرة/يوم، مصحوباً بهامش علف سلبي قُدّر بـ 57.00- دج/بقرة/يوم. تخلص الدراسة إلى ضرورة تبني استراتيجيات تغذوية موسمية معقنة وتوازنات علفية مدروسة، كفيلة بتحسين المردودية الكمية والنوعية للحليب، وتأمين الكفاءة الاقتصادية لتربية الأبقار الحلوب تحت الظروف المناخية لشبه الجافة.

الكلمات المفتاحية: الأبقار الحلوب؛ التغذية الموسمية؛ إنتاج الحليب؛ جودة الحليب؛ المكونات الكيميائية؛ التحليل الاقتصادي؛ المناطق شبه الجافة.

Liste des figures

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	<i>Structure de la glande mammaire (Gayrard, 2017)</i>	06
02	<i>Principaux fourrages utilisés en alimentation des vaches laitières : pâturage, foin et ensilage de maïs (Plaizier et al., 2023).</i>	18
03	<i>Exemples de concentrés énergétiques utilisés dans les rations laitières (Son de blé et Maïs en grains) (Gross, 2022).</i>	19
04	<i>Tourteaux protéiques utilisés en alimentation des vaches laitières : soja, colza et tournesol. (Hristov et al., 2023)</i>	20
05	<i>Compléments minéraux et vitaminiques (CMV) destinés aux vaches laitières (Bednarski et Kupczyński, 2024).</i>	21
06	<i>Sous-produits agro-industriels valorisés en alimentation bovine : drêches et pulpes (Jalal et al.,2023).</i>	22
07	<i>Profil saisonnier de l'alimentation et de la production laitière dans les systèmes pastoraux (O'Brien et al., 2023).</i>	26
08	<i>Variation saisonnière des teneurs en matière grasse et protéines du lait (Chen et al. 2024).</i>	28
09	<i>Ferme de vaches laitières« Soummam » –Hassi Fedoul (GoogleMaps)</i>	32
10	<i>Race Montbéliard</i>	33
11	<i>Race Holstein</i>	34
12	<i>Ensilage de maïs</i>	35
13	<i>Foin</i>	36
14	<i>Paille</i>	36
15	<i>Aliment de bétail</i>	37
16	<i>Luzerne enrubannée</i>	37
17	<i>Salle de traite</i>	40

Liste des figures

18	<i>Analyse physico-chimique instantanée du lait cru par l'analyseur ultrasonique Lactoscan – ferme Hadj Soummam (saison d'hiver)</i>	41
19	<i>Réalisation du test CMT pour détecter la mammite subclinique chez les vaches laitières</i>	43
20	<i>Production laitière (L/vache/jour) selon le stade de lactation pour les rations R1 (hiver) et R2 (printemps)</i>	46
21	<i>Production laitière moyenne selon les saisons</i>	47
22	<i>Qualité du lait (matière grasse et protéines) selon les saisons (Lactoscan)</i>	48

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	<i>Composition de lait de vache (Tirfie, 2023).</i>	09
02	<i>Effectif des différentes catégories animales de l'exploitation Soummam (Hassi Fedoul)</i>	33
03	<i>Répartition de l'effectif du troupeau bovin selon les catégories d'âge et de sexe – Exploitation Soummam</i>	34
04	<i>Répartition des vaches selon le stade physiologique–Ferme Soummam (Hassi Fedoul)</i>	35
05	<i>Rations alimentaires distribuées selon la saison et le stade de lactation (quantités en kg/vache/jour, sauf indication)</i>	38
06	<i>Composition chimique des principaux aliments utilisés dans les rations</i>	39
07	<i>Valeur alimentaire de différentes rations</i>	39
08	<i>Production laitière par ration saisonnière et par stade de lactation</i>	40
09	<i>Répartition des cas de mammite enregistrés dans le troupeau</i>	43
10	<i>Prix moyens des aliments utilisés (2024–2025)</i>	45
11	<i>Production laitière (L/vache/jour) selon le stade de lactation pour les rations R1 (hiver) et R2 (printemps)</i>	46
12	<i>Production laitière moyenne selon les saisons</i>	47
13	<i>Composition du lait (matière grasse et protéines) selon les saisons</i>	48
14	<i>Analyse économique des rations selon la saison.</i>	49

Liste des abréviations

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AGV	Acides Gras Volatils
BEN	Bilan Énergétique Négatif
BSk	Climat semi-aride à tendance steppique (classification climatique de Köppen)
Ca	Calcium
CA	Coût Alimentaire journalier (DA/vache/jour)
CAL	Coût Alimentaire par Litre de lait (DA/L)
CMS	Consommation de Matière Sèche
CMT	California Mastitis Test (test de dépistage de la mammite subclinique)
CMV	Compléments Minéraux et Vitaminiques
DA	Dinar Algérien
DSA	Direction des Services Agricoles
DZD	Dinar Algérien (code devise ISO)
GH	Growth Hormone (hormone de croissance)
IGF-1	Insulin-like Growth Factor 1 (facteur de croissance analogue à l'insuline)
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
kg	Kilogramme
L	Litre
MA	Marge Alimentaire (DA/vache/jour)
MFGM	Milk Fat Globule Membrane (membrane des globules de graisse du lait)
MS	Matière Sèche
NASEM	National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine
NDF	Neutral Detergent Fiber (fibres au détergent neutre)
NEL	Net Energy for Lactation (énergie nette de lactation)
NIR	Near-Infrared spectroscopy (analyse par spectroscopie proche infrarouge)
NRC	National Research Council

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
P	Phosphore
PBL	Produit Brut Laitier (DA/vache/jour)
PDIE	Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'Énergie
PDIN	Protéines Digestibles dans l'Intestin permises par l'azote
Pi	Prix unitaire de l'aliment i (DA/kg)
PL	Production Laitière journalière (L/vache/jour)
PVL	Prix de Vente du Litre de lait (DA/L)
Qi	Quantité de l'aliment i distribuée (kg brut/jour)
R1, R2, R3, R4	Ration alimentaire n°1, n°2, n°3, n°4 (rations saisonnières distribuées : hiver, printemps, été, automne)
SARL	Société à Responsabilité Limitée
TMR	Total Mixed Ration (ration mélangée complète)
UFL	Unité Fourragère Lait
VL14	Aliment concentré spécial vache laitière à 14 % de protéines
VL18	Aliment concentré spécial vache laitière à 18 % de protéines

Table des Matières

Sommaire :

Introduction.....	01
-------------------	----

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur la production laitière chez la vache

1. la Physiologie de lactation.....	05
1-2- Mécanismes de synthèse du lait	06
2-Composition chimique du lait de vache	07
2-1- Matière grasse	08
2-2- Protéines	08
2-3- Lactose	08
2-4- Minéraux et vitamines	08
3 -Facteurs influençant la production laitière	10
3-1- Facteurs génétiques	10
3-2- Facteurs physiologiques	10
3-3- Facteurs nutritionnels	11
3-4- Facteurs sanitaires	11
3-5-Facteurs environnementaux et de conduite d'élevage.....	12

Chapitre 2 : Alimentation des vaches laitières

1- Alimentation des vaches laitières	14
1-1- Besoins nutritionnels de la vache laitière	14
1-1-1 Besoins énergétiques	14
1-1-2- Besoins en protéines.....	15
1-1-3- Besoins en fibres	15
1-1-4- Besoins en minéraux	16
1-1-5- Besoins vitaminiques	16
1-1-6- Besoins en eau.....	17
2- Les différents types d'aliments utilisés dans l'alimentation des vaches laitières	17
2-1- Les fourrages	17
2-1-1- Les principaux fourrages utilisés sont.....	17
2-2- Les concentrés énergétiques	18
2-3- Les concentrés protéiques	19
2-4- Les compléments minéraux et vitaminiques (CMV)	20

Table des Matières

2-5- Les sous-produits agro-industriels.....	21
2-6- Les additifs alimentaires.....	22

Chapitre 3 : Variations saisonnières de l'alimentation

1- Variations saisonnières de l'alimentation des vaches laitières	24
1-1- Disponibilité saisonnière de l'alimentation de la vache laitière	24
1-2- L'effet des variations saisonnières de l'alimentation de la vache laitière sur la quantité et la qualité du lait	25
1-2-1- Effet sur la quantité delait	26
1-2-2- Effet sur la qualité du lait.	27

Partie Expérimental

Chapitre 1 : Matériel et Méthodes

1-Objectif de l'étude	31
2- Site et période d'étude	31
2-1- Site expérimental	31
2-1-1- Localisation	31
2-1-2- Climat.....	32
2-2- Période expérimentale.....	32
2-2-1- Système d'élevage.....	32
3- Animaux étudiés	33
3-1- Effectif du troupeau	33
3-2- Races.....	33
3-3- Répartition selon les catégories d'âge et de sexe	34
3-4- Homogénéité du troupeau.....	35
4- Ressources alimentaires et rations saisonnières	35
4-1- Ensilage de maïs	35
4-2- Foin.....	36
4-3- Paille.....	36
4-4- Aliments concentrés.....	37
4-5- Luzerne enrubannée.....	37
5- Rations alimentaires distribuées selon les saisons	38
6- Composition chimique des principaux aliments	40
7- Valeur alimentaire de différentes rations	40
8- La production laitière.....	40
8-1- Production laitière par ration saisonnière	41
9- Qualité du lait.....	41

Table des Matières

10- État sanitaire des vaches	43
11- Évaluation de l'impact économique des variations saisonnières de l'alimentation sur la production laitière	43

Chapitre 2 : Résultats et discussion

1-Resultats.....	47
1-1 Production laitière selon le stade de lactation	47
1-2-Production laitière selon les saisons	49
1-3- Qualité du lait selon les saisons (Lactoscan)	50
1-4-L'impact économique des variations saisonnières de l'alimentation sur la production laitière	51
2-Discussion	51
2-1-Effet du stade de lactation et de la saison sur la production	51
2-2-Production laitière selon les saisons	52
2-3-Matière grasse du lait selon les saisons	52
2-4-Protéines du lait selon les saisons	53
2-5-Relation entre alimentation saisonnière et qualité du lait	54
2-6-Etat sanitaire : Répartition des cas de mammite enregistrés dans le troupeau	54
2-7-L'impact économique des variations saisonnières de l'alimentation sur la production laitière	55
Conclusion	57
Références bibliographiques.....	59

INTRODUCTION

Introduction

Introduction

L'élevage laitier est un acteur clé de l'économie agricole mondiale. Il joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire mondiale en produisant du lait et des produits laitiers à haute valeur nutritionnelle. Pour une alimentation saine et équilibrée, il est important de consommer du lait, qui est une source de protéines, de lipides, de minéraux et de vitamines. Cependant, la durabilité et la rentabilité des systèmes laitiers sont aujourd'hui confrontées à plusieurs défis : l'augmentation des coûts de production, les fluctuations climatiques, la disponibilité variable des ressources alimentaires et les exigences croissantes en matière de qualité du lait et de durabilité environnementale (Fiorillo et Amico, 2024).

L'alimentation est l'un des facteurs les plus déterminants sur la productivité des vaches laitières. Les performances zootechniques, la santé animale, la qualité du lait et l'efficacité économique des exploitations sont directement conditionnées par elle. Pour soutenir les fonctions physiologiques et la synthèse lactée, les besoins nutritionnels des animaux en énergie, protéines, fibres, minéraux et vitamines doivent être satisfaits par une ration équilibrée (Gross, 2022). Selon les recherches récentes, les performances laitières d'une vache dépendent étroitement de l'adéquation entre ses apports nutritionnels et ses besoins métaboliques, qui varient en fonction de son stade physiologique et de son niveau de production.

Dans de nombreux systèmes d'élevage, notamment en régions méditerranéennes et semi-arides, l'alimentation des vaches laitières est très influencée par la saisonnalité des aliments. La disponibilité, la qualité et le coût des ressources fourragères sont influencés par les variations climatiques. Cela entraîne des modifications importantes dans la formulation des rations et dans l'équilibre nutritionnel des animaux. Au printemps, les animaux ont accès à une herbe fraîche de bonne qualité. En revanche, quand il pleut peu ou qu'il fait froid, ils mangent surtout des fourrages conservés et des concentrés, qui sont souvent plus chers (Chase et Fortina, 2023).

La qualité du lait, qui se mesure notamment à l'aide de critères comme les teneurs en matière grasse, protéines et lactose, est également influencée par les variations saisonnières de l'alimentation. Les ressources pâturées, riches en composés bioactifs et en acides gras insaturés, peuvent améliorer certaines caractéristiques nutritionnelles du lait. En revanche, les déséquilibres alimentaires ou les fourrages de faible qualité sont susceptibles d'altérer ses propriétés technologiques et sanitaires (Timkovičová Lacková et al., 2023). Les études sur la dépendance

Introduction

saisonnaire montrent notamment que les teneurs en protéines et matières grasses sont plus faibles durant certaines périodes estivales que durant l'automne.

De plus, l'économie joue un rôle crucial dans les systèmes laitiers contemporains. En effet, l'alimentation représente souvent plus de la moitié des charges variables d'élevage, soit entre 50 et 70 %. La marge bénéficiaire des exploitations est directement influencée par toute variation du coût ou de l'efficacité des rations. L'optimisation technico-économique des stratégies alimentaires devient ainsi un enjeu majeur pour améliorer la compétitivité des élevages et assurer leur résilience face aux fluctuations des marchés et aux changements climatiques (Fiorillo et Amico, 2024).

C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude vise à analyser les variations saisonnières des ressources alimentaires et des rations distribuées aux vaches laitières, à évaluer leurs effets sur les performances quantitatives et qualitatives du lait et à apprécier leurs conséquences économiques au niveau de l'exploitation.

Partie Bibliographique

Chapitre 01

Généralités sur la production laitière chez la vache

1. la Physiologie de lactation

La transition entre la gestation et la lactation constitue la période la plus difficile pour les vaches laitières, car elle s'accompagne de nombreuses réactions d'adaptation coordonnées visant à s'adapter à un nouvel état physiologique (c'est-à-dire l'homéorèse)(Geiger, et al.2023). Dans le cadre de l'adaptation homéorétique, la priorité métabolique accrue accordée à la glande mammaire au début de la lactation chez les vaches laitières oriente les nutriments de manière préférentielle vers cette glande (Josef, 2023). Malgré un bilan énergétique négatif (BEN) considérable après le vêlage, la production laitière continue d'augmenter jusqu'au pic de lactation. L'augmentation de la production laitière après le vêlage entraîne des besoins énergétiques et nutritionnels accrus. Cependant, la consommation de matière sèche (CMS) diminue pendant la période péri parturienne et augmente plus lentement à un stade plus tardif que la production laitière. Par conséquent, la CMS ne suffit pas à couvrir les besoins nutritionnels, ce qui entraîne un bilan énergétique négatif (BEN) accompagné d'une perte de poids corporel, et éventuellement des carences en protéines, en calcium et autres. Les phases cataboliques telles que le BEN sont compensées par la mobilisation des réserves tissulaires de l'organisme, principalement le tissu adipeux. Même au moment du vêlage, les vaches laitières à haut rendement subissent un stress métabolique dû à un taux élevé de lipolyse (Trevisi et al., 2012). Une alimentation inadéquate et un surpoids pendant la période de tarissement peuvent prédisposer davantage les vaches à des troubles de santé périnataux (Trevisi et al., 2012).

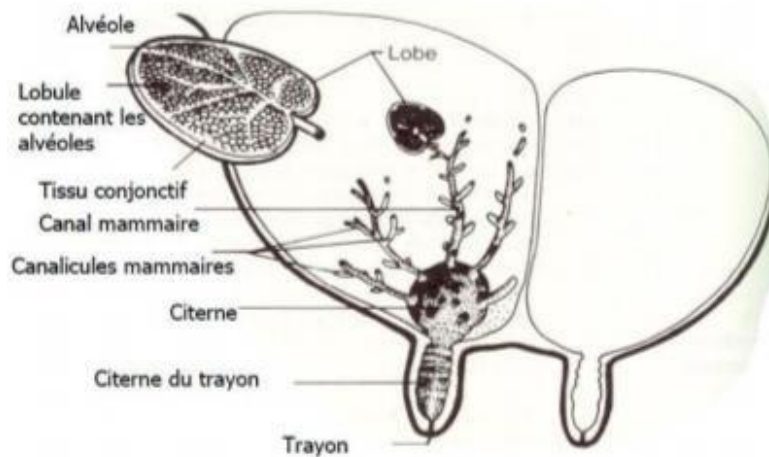


Figure1. Structure de la glande mammaire (Gayrard, 2017)

1-2- Mécanismes de synthèse du lait

Au pic de la lactation, la glande mammaire synthétise et sécrète dans le lait un large éventail de substances, notamment des protéines, des glucides, des gouttelettes lipidiques enrobées d'une membrane, de l'eau et des ions. La coordination de la sécrétion d'un éventail aussi varié de composants du lait au niveau cellulaire reste un défi majeur pour les biologistes cellulaires et les spécialistes de la lactation (Bauman et al., 2006). La mamelle prélève en continu plusieurs nutriments dans la circulation sanguine, chacun jouant un rôle spécifique dans la synthèse du lait. Le glucose est le principal précurseur du lactose, les acides aminés servent à la synthèse des protéines laitières et l'acétate ainsi que le β -hydroxybutyrate, issus du métabolisme ruminal, sont utilisés dans la synthèse des acides gras de novo. Les acides gras provenant de l'alimentation ou des réserves corporelles complètent également la matière grasse du lait (Anger et al., 2024).

La synthèse du lactose constitue une étape centrale de la production laitière. Réalisée dans l'appareil de Golgi grâce au complexe enzymatique lactose synthétase, elle utilise le glucose absorbé par la cellule mammaire. Le lactose joue un rôle osmotique majeur : son

Chapitre 1 : Généralités sur la production laitière chez la vache

accumulation attire l'eau vers la lumière alvéolaire, déterminant ainsi une grande partie du volume de lait produit. C'est pour cette raison que la disponibilité du glucose influence directement la quantité de lait sécrétée (Sadovnikova et al., 2021).

La matière grasse du lait provient de deux sources complémentaires. Une partie est synthétisée directement dans la glande mammaire à partir de l'acétate et du β -hydroxybutyrate issus de la fermentation ruminale; cette voie de synthèse produit essentiellement des acides gras à chaîne courte et moyenne. L'autre partie correspond aux acides gras préformés provenant de l'alimentation ou de la mobilisation des réserves adipeuses corporelles (Benoit et al., 2024). Les triglycérides formés sont ensuite assemblés dans le cytoplasme, puis sécrétés sous forme de globules gras entourés d'une membrane spécifique appelée « membrane des globules de graisse du lait » (MFGM), qui est essentielle à la stabilité des lipides du lait.

Les protéines laitières, principalement les caséines et les protéines sériques, sont synthétisées dans le réticulum endoplasmique rugueux à partir d'acides aminés prélevés dans le sang. Cette synthèse dépend fortement de la disponibilité des acides aminés et de l'activation de voies métaboliques (Anger et al., 2024).

2-Composition chimique du lait de vache:

Le lait de vache est un aliment biologique complexe et équilibré. Il est constitué d'eau et d'une grande diversité de composés organiques et minéraux. Ces derniers sont indispensables à la nutrition et au développement des jeunes mammifères. L'eau, les matières grasses, les protéines, le lactose, les minéraux et diverses substances bioactives sont les principaux composants chimiques qui entrent dans la composition de ce produit. Cependant, cette composition peut varier en fonction de plusieurs facteurs : la race, l'alimentation, le stade de lactation, la saison, l'état sanitaire et les conditions de conduite du troupeau (Tirfie, 2023).

Le lait est composé à 85-88 % d'eau, ce qui est considérable. Cette eau assure le transport des nutriments et contribue aux propriétés physiques du lait. La valeur nutritionnelle et technologique du lait est largement déterminée par la fraction sèche ou extrait sec total, qui correspond aux matières dissoutes ou en suspension (Tirfie, 2023).

Chapitre 1 : Généralités sur la production laitière chez la vache

2-1- Matière grasse

Le lait bovin est composé de matières grasses dont la teneur varie grandement selon la race et les conditions alimentaires de l'animal. Ces matières grasses représentent généralement entre 3,5 et 5,0 % du lait. Elles sont essentiellement constituées de globules gras entourés d'une membrane biologique spécifique appelée Milk Fat Globule Membrane (MFGM). Cette fraction lipidique est principalement composée de triglycérides, accompagnés de phospholipides, de cholestérol et de vitamines liposolubles. La valeur énergétique, les propriétés sensorielles et les aptitudes technologiques du lait dépendent des lipides laitiers (Moore et al., 2023 ; Imperiale et al., 2023).

2-2- Protéines

En moyenne, la composition totale du lait se compose de protéines représentant entre 3,0 et 3,8 % de sa teneur totale. On peut les diviser en deux grandes catégories : les caséines, qui représentent environ 80 % des protéines totales, et les protéines sériques qui représentent environ 20 % de ces protéines. Les caséines sont essentielles à la coagulation et à la fabrication fromagère, tandis que les protéines sériques ont une forte valeur biologique et plusieurs propriétés fonctionnelles et immunologiques (Karoui et Bouaicha, 2024).

Les protéines solubles, également appelées protéines de lactosérum, se présentent dans le lait sous forme de solution colloïdale. Elles sont principalement composées de bêta-lactoglobuline (environ 55 %) et d'alpha-lactalbumine (environ 22 %). On y trouve également des immunoglobulines (13 %) et de l'albumine sérique bovine (7 %) (Amiot et al., 2002).

2-3- Lactose

À des concentrations relativement stables, variant entre 4,5 et 5,0 %, le lactose, principal glucide du lait, est présent. Le lactose, qui est la principale source d'énergie pour le nourrisson, est synthétisé dans la glande mammaire à partir du glucose. Il joue également un rôle essentiel dans la régulation osmotique du lait, c'est-à-dire qu'il influence directement son volume et sa sécrétion (Sadovnikova et al., 2021). L'absorption intestinale du calcium est favorisée par le lactose, qui participe à ce processus, et le développement de la flore microbienne bénéfique est favorisé par le lactose (Imperiale et al., 2023).

2-4- Minéraux et vitamines:

Environ 0,7 % du lait est constitué de la fraction minérale ou cendre. Le calcium, le phosphore, le potassium, le sodium, le magnésium et divers oligoéléments sont les principaux éléments qu'elle comprend. Le calcium et le phosphore sont des éléments clés, car ils sont liés aux micelles de caséine. Cela joue un rôle essentiel dans le développement osseux et les

Chapitre 1 : Généralités sur la production laitière chez la vache

propriétés technologiques du lait, notamment pendant la coagulation et la transformation fromagère (Moore et al., 2023).

Outre les macronutriments, le lait contient aussi des vitamines et des composés bioactifs. On y trouve notamment les vitamines A, D, E, K et les vitamines du groupe B, ainsi que des enzymes, des peptides bioactifs, des immunoglobulines et des facteurs de croissance. Ces composés sont essentiels pour les fonctions immunitaires, antioxydants et métaboliques du lait. Ils suscitent un intérêt croissant dans les recherches récentes sur les aliments fonctionnels (Molecules Review, 2025).

Tableau 01 : Composition de lait de vache (Tirfie,2023).

Composants	%
Eau	85–88
Matière grasse	3,5–5,0
Protéines total	3,0–3,8
s Lactose	4,5–5,0
Minéraux (cendres)	0,7
Extrait sec total	12–14

3 -Facteurs influençant la production laitière

La production laitière chez la vache est un phénomène complexe, résultant de l'interaction de nombreux facteurs : génétiques, physiologiques, nutritionnels, sanitaires et environnementaux. Le potentiel génétique de l'animal est un facteur déterminant dans les performances laitières, mais ce n'est pas le seul. En effet, selon Bednarski et Kupczyński (2024), l'expression de ce potentiel dans des conditions optimales d'alimentation, de conduite d'élevage et de santé est également cruciale.

3-1- Facteurs génétiques:

Le potentiel de production laitière est déterminé en grande partie par les facteurs génétiques. La quantité et la composition du lait produit sont significativement influencées par les différences entre races. La production laitière est généralement élevée chez les vaches de race Holstein. D'autres races sont toutefois plus orientées vers une meilleure teneur en matières grasses ou en protéines (Qin et al., 2025). L'amélioration des caractères de production, obtenue par la sélection génomique, a fortement contribué à l'augmentation du rendement laitier observée au cours des dernières décennies.

L'efficacité alimentaire, la résistance aux maladies et la réponse métabolique aux régimes alimentaires sont également influencées par le génotype. Ainsi, selon Qin et al. (2025), la production laitière est le résultat d'une interaction étroite entre patrimoine génétique et environnement nutritionnel.

3-2- Facteurs physiologiques

Les performances laitières sont fortement influencées par l'âge, la parité et le stade de lactation. En règle générale, la production laitière augmente progressivement au cours des premières lactations avant d'atteindre un pic entre la troisième et la cinquième lactation. Elle décroît ensuite avec le vieillissement de l'animal (Bednarski et Kupczyński, 2024).

Le stade physiologique joue également un rôle déterminant, qui est essentiel à prendre en compte dans le cadre de l'analyse. Au début de la période de lactation, la vache affiche fréquemment un bilan énergétique négatif. Cela est dû à une demande nutritionnelle élevée et à une ingestion alimentaire restreinte. Pendant cette période, les réserves corporelles sont mobilisées pour soutenir la synthèse lactée (Gross, 2022).

Chapitre 1 : Généralités sur la production laitière chez la vache

L'activité sécrétoire mammaire est également régulée par les changements hormonaux. La lactogenèse et le maintien de la production du lait sont régulés par la prolactine, l'hormone de croissance, l'insuline et le cortisol. Ces hormones agissent sur la modulation de l'utilisation des nutriments et de l'activité métabolique de la glande mammaire (Gross, 2022).

3-3- Facteurs nutritionnels

La production laitière est grandement influencée par l'alimentation, qui fournit les substances nécessaires à la synthèse du lactose, des protéines et des matières grasses du lait. Une alimentation équilibrée en énergie, protéines, fibres, minéraux et vitamines permet d'optimiser le potentiel laitier (Gross, 2022).

La synthèse lactée est limitée par la disponibilité du glucose et des acides aminés. Selon Gross (2022), deux processus sont limités lorsque l'énergie est en quantité insuffisante : la synthèse des protéines laitières et celle du lactose, principal régulateur du volume du lait.

Les variations rapides de la production et de la qualité du lait peuvent être causées par des changements dans la composition des rations. Pour améliorer les performances laitières, il est essentiel d'améliorer la digestibilité des fourrages, d'utiliser des rations mélangées complètes (TMR) et d'ajuster le rapport énergie/protéines. C'est ce que révèlent les recherches de Bednarski et Kupczyński (2024).

3-4- Facteurs sanitaires

La production laitière est directement influencée par l'état sanitaire de la vache. Les maladies métaboliques, digestives ou infectieuses ont souvent pour conséquence de diminuer la consommation alimentaire et de perturber le métabolisme énergétique. Cela entraîne une baisse du rendement laitier (Bednarski et Kupczyński, 2024).

Parmi les principaux problèmes sanitaires rencontrés dans les élevages laitiers, la mammite occupe une place de choix. La sécrétion lactée est réduite, la composition chimique du lait est modifiée et la concentration en cellules somatiques est augmentée par cette inflammation de la glande mammaire. D'après des recherches récentes, la mammite modifie le profil métabolique du lait. Cela affecte sa qualité technologique et sanitaire (Du et al., 2024).

Une gestion rigoureuse de la traite et du logement, ainsi qu'une bonne prévention sanitaire, reste donc essentielle pour préserver la productivité laitière (Bednarski et Kupczyński, 2024).

3-5 -Facteurs environnementaux et de conduite d'élevage

Les conditions environnementales, notamment la qualité de l'air, l'humidité, la température et la présence de polluants, influencent fortement les performances des vaches laitières, c'est-à-dire leur production de lait. En effet, la consommation alimentaire et les réponses physiologiques de l'animal sont affectées par la température, l'humidité, la ventilation et le confort du logement (Bednarski et Kupczyński, 2024).

Dans les régions chaudes ou durant l'été, le stress thermique est particulièrement préjudiciable. Selon Bednarski et Kupczyński (2024), lorsque la température est élevée, deux effets se produisent :

- l'ingestion alimentaire est réduite;
- les dépenses énergétiques liées à la thermorégulation augmentent.

Ces deux effets provoquent une diminution de la production et des modifications de la composition du lait.

Le niveau de production est également influencé par la qualité du logement, le confort des aires de repos, la fréquence de traite et les pratiques de gestion. Des systèmes de conduite bien adaptés améliorent le bien-être animal et favorisent une meilleure expression du potentiel laitier (Bednarski et Kupczyński, 2024).

Chapitre 02

Alimentation des vaches laitières

1- Alimentation des vaches laitières

L'alimentation des vaches laitières est un facteur déterminant pour les performances zootechniques et économiques des élevages. Les besoins nutritionnels nécessaires au maintien des fonctions vitales, à la croissance, à la reproduction et surtout à la production laitière doivent être couverts. Afin de permettre une expression optimale du potentiel génétique des animaux, il est essentiel qu'une ration équilibrée assure un apport adéquat en énergie, protéines, fibres, minéraux, vitamines et eau (Gross, 2022).

Le fonctionnement du rumen, véritable chambre de fermentation microbienne où les aliments sont transformés en nutriments utilisables par l'animal, est essentiel à l'efficacité alimentaire chez les ruminants. Les micro-organismes présents dans la bouche de l'animal dégradent les glucides, qu'ils soient structuraux ou non, pour produire principalement des acides gras volatils (AGV) – c'est-à-dire de l'acétate, du propionate et du butyrate. Ces derniers représentent la principale source d'énergie pour la vache laitière. Le propionate est le principal précurseur de la synthèse hépatique du glucose, qui est indispensable à la production du lactose. L'acétate et le butyrate participent majoritairement à la synthèse des matières grasses du lait (Plaizier et al., 2023 ; Gross, 2022).

1-1- Besoins nutritionnels de la vache laitière

L'alimentation de la vache laitière doit répondre à des besoins nutritionnels spécifiques. En effet, ces besoins correspondent à l'ensemble des apports nécessaires pour assurer le maintien des fonctions vitales, la croissance, la reproduction et la production de lait. Ces besoins varient en fonction de plusieurs facteurs, notamment le poids vif, le niveau de production, le stade physiologique, la parité, les conditions climatiques et l'état sanitaire de l'animal (Nasem, 2021). Pour améliorer l'efficacité économique des élevages laitiers, préserver la santé et optimiser la productivité, il est essentiel de veiller à ce que l'alimentation soit équilibrée (Gross, 2022).

1-1-1 Besoins énergétiques

La production laitière est limitée en premier lieu par le facteur énergie. Elle est indispensable au maintien des fonctions métaboliques, à l'activité musculaire, à la thermorégulation ainsi qu'à la synthèse des constituants du lait. Les besoins énergétiques des vaches laitières sont le plus souvent exprimés en énergie nette de lactation (NEL). Cette expression prend en compte les pertes liées à la digestion et au métabolisme (selon la Nasem, 2021).

Au début de la lactation, les besoins énergétiques des vaches augmentent fortement en raison de l'intensification de la synthèse lactée. Cependant, la capacité d'ingestion reste souvent limitée. Un bilan énergétique négatif est souvent la conséquence de cette situation. Il se caractérise par la mobilisation des réserves corporelles et peut favoriser l'apparition de troubles métaboliques, comme la cétose et la stéatose hépatique (Gross, 2022 ; Trevisi et al., 2025). Selon Plaizier et al. (2023), la principale source d'énergie pour les ruminants provient des glucides fermentescibles contenus dans les céréales et les fourrages. Ces glucides sont métabolisés dans le rumen pour produire des acides gras volatils, dont l'acétate, le propionate et le butyrate sont les principaux composants.

1-1-2- Besoins en protéines

La croissance microbienne ruminale, la synthèse tissulaire et la production des protéines laitières sont des processus pour lesquels les protéines jouent un rôle essentiel. Selon la Nasem (2021), les besoins protéiques sont le plus souvent exprimés en protéines métabolisables. Ces dernières correspondent aux protéines réellement absorbées dans l'intestin grêle après digestion ruminale et intestinale.

Les protéines alimentaires des ruminants se composent de deux catégories : les protéines dégradables dans le rumen, qui sont nécessaires au développement du microbiote ruminal, et les protéines non dégradables, qui échappent à la fermentation et contribuent directement à l'approvisionnement en acides aminés absorbables. Un déséquilibre entre ces fractions peut entraîner une excrétion excessive d'azote, réduisant ainsi l'efficacité alimentaire (Hristov et al., 2023).

Selon des recherches récentes, l'augmentation de la protéine métabolisable semble améliorer l'absorption des acides aminés par les pis et encourager la production de protéines du lait, notamment lorsque l'énergie est disponible en quantité suffisante (Anger et al., 2024). Dans l'alimentation des vaches laitières, on utilise principalement des sources protéiques telles que les tourteaux de soja, de colza et de tournesol, ainsi que certaines légumineuses fourragères.

1-1-3- Besoins en fibres

Le maintien de la santé ruminale nécessite l'ingestion de fibres alimentaires. Elles favorisent la mastication et la rumination, stimulent la production de salive et contribuent à maintenir un pH ruminal stable (Plaizier et al., 2023). La teneur en fibres est généralement

exprimée par la teneur en fibres au détergent neutre (NDF), qui représente la fraction structurale des aliments.

Une teneur insuffisante en fibres efficaces peut avoir plusieurs conséquences : favoriser l'acidose ruminale subclinique, réduire la digestibilité et entraîner une diminution du taux butyreux du lait. En revanche, une surconsommation de fibres peut avoir un effet négatif sur la densité énergétique de la ration et entraîner une baisse de l'ingestion volontaire.

1-1-4- Besoins en minéraux

De nombreuses fonctions biologiques, comme la formation osseuse, la transmission nerveuse, les réactions enzymatiques et la production laitière, dépendent de la présence de minéraux. Selon la Nasem (2021), les besoins minéraux comprennent les macro éléments et les oligoéléments.

Chez la vache laitière, la synthèse du lait et le métabolisme osseux sont particulièrement sensibles à l'apport de calcium et de phosphore. Au vêlage et au début de la lactation, la vache présente un risque élevé d'hypocalcémie ou de fièvre de lait. C'est à cette période que ses besoins en calcium augmentent considérablement (Bednarski et Kupczyński, 2024). L'activité neuromusculaire est favorisée par le magnésium, tandis que l'équilibre électrolytique et acido-basique est assuré par le sodium, le potassium et le chlore.

Les mécanismes immunitaires, la reproduction et la protection contre le stress oxydatif sont régulés par des oligoéléments comme le zinc, le cuivre, le sélénium et le manganèse (Bednarski et Kupczyński, 2024).

1-1-5- Besoins vitaminiques

Le métabolisme énergétique, la reproduction et la réponse immunitaire sont des processus pour lesquels les vitamines jouent un rôle essentiel. Chez les ruminants, les vitamines B et K sont généralement synthétisées par le microbiote ruminal, tandis que les vitamines A, D et E doivent être apportées en quantité suffisante par l'alimentation ou la supplémentation (Nasem, 2021).

La vitamine A intervient dans la vision, l'intégrité épithéliale et la reproduction, tandis que la vitamine D régule l'absorption du calcium et du phosphore. La vitamine E joue un rôle antioxydant majeur. Elle contribue à renforcer les défenses immunitaires et à réduire l'incidence des mammites et des troubles de reproduction (Bednarski et Kupczyński, 2024).

1-1-6- Besoins en eau

L'eau constitue le nutriment le plus important dans l'alimentation des vaches laitières, car c'est elle qui permet de maintenir une bonne santé et une production de lait optimale. Étant donné que le lait contient environ 87 % d'eau, toute restriction hydrique se traduit rapidement (Nasem, 2021).

La consommation d'eau est fonction de la production de lait, de la température ambiante et de la composition de la ration. En période de forte production laitière, il a été observé que la consommation quotidienne d'une vache peut atteindre 150 litres d'eau ou plus, avec des pics en été (Bednarski et Kupczyński, 2024). Il est donc essentiel de veiller à ce que les animaux aient toujours accès à une eau propre et fraîche pour maintenir leurs performances et leur bien-être.

2- Les différents types d'aliments utilisés dans l'alimentation des vaches laitières:

Pour satisfaire les besoins nutritionnels liés à l'entretien, à la reproduction et à la production de lait, les vaches laitières sont alimentées de manière équilibrée, en combinant plusieurs catégories d'aliments. On distingue généralement cinq catégories d'aliments : les fourrages, les concentrés énergétiques, les concentrés protéiques, les compléments minéraux et vitaminiques, ainsi que les additifs alimentaires. Les performances laitières, la santé ruminale et la rentabilité des élevages sont directement influencées par le choix et l'association de ces aliments (Chase et Fortina, 2023).

2-1- Les fourrages:

La base de l'alimentation des vaches laitières, c'est leur fourrage. Et généralement, ce dernier représente la plus grande proportion de leur ration. Ils fournissent principalement les fibres nécessaires au bon fonctionnement du rumen, favorisent la rumination et contribuent au maintien d'un pH ruminal stable (Plaizier et al., 2023).

2-1-1- Les principaux fourrages utilisés sont:

a. -le pâturage (herbe verte) ;

Les nutriments sont tirés de manière économique et naturelle du pâturage. L'herbe pâturée est généralement riche en protéines, vitamines et composés bioactifs, mais sa valeur nutritive varie selon l'espèce végétale, la saison et le stade de croissance (Morales et al., 2024). Pour maintenir une qualité fourragère élevée et couvrir les besoins des vaches à forte production, les systèmes pastoraux doivent être gérés de manière rigoureuse.

Chapitre 2 : Alimentation des vaches laitières

b. Lefoin

Le foin est un produit qui provient du séchage des plantes fourragères, comme la luzerne ou les graminées. Il s'agit d'une source importante de fibres efficaces qui peuvent être conservées durant de longues périodes. Le degré de qualité de la récolte et les conditions de séchage ont une influence considérable sur la qualité.

c. L'ensilage

L'ensilage est un fourrage qui se conserve par fermentation anaérobie. Les plus utilisés sont:

- l'ensilage de maïs;
- l'ensilage d'herbe;
- l'ensilage de sorgho.

En élevage laitier, l'ensilage de maïs est particulièrement apprécié pour sa forte teneur énergétique et sa bonne digestibilité. Ces caractéristiques favorisent la production de lait (Plaizier et al., 2023).



Figure 02 : Principaux fourrages utilisés en alimentation des vaches laitières : pâturage, foin et ensilage de maïs (Plaizier et al., 2023).

2-2- Les concentrés énergétiques

Afin d'augmenter la densité énergétique des rations, notamment chez les vaches hautes productrices dont les besoins dépassent la capacité d'ingestion des fourrages seuls, on utilise des concentrés énergétiques (Gross, 2022).

Les principales sources sont :

- le maïs grain;
- l'orge;

Chapitre 2 : Alimentation des vaches laitières

- leblé;
- le son deblé ;
- la mélasse.

Ces aliments contiennent de l'amidon ou des sucres qui se transforment rapidement en acides gras volatils dans le rumen. Ces derniers, comme le propionate, sont essentiels à la production de glucose, qui est nécessaire à la synthèse du lactose (Gross, 2022). Cependant, une surconsommation de concentrés peut entraîner une acidose ruminale et une diminution de la digestibilité des fibres.



Figure 03 : Exemples de concentrés énergétiques utilisés dans les rations laitières (Son de blé et Mais en grains)(Gross,2022).

2-3- Les concentrésprotéiques

Pour répondre aux besoins en azote et en acides aminés de la croissance microbienne ruminale et de la synthèse des protéines laitières, il est essentiel de compléter l'alimentation avec des concentrés protéiques.

Les principales sources utilisées sont : Tourteau de soja, tourteau de colza, tourteau de tournesol, légumineuses fourragères.

Parmi les sources de protéines, le tourteau de soja est l'une des plus utilisées. Cela s'explique par sa forte teneur en protéines et par son profil équilibré en acides aminés. Selon Hristov et al. (2023), l'équilibre entre protéines dégradables et non dégradables dans le rumen a deux effets : il améliore l'efficacité d'utilisation de l'azote et limite les pertes environnementales.



Figure 04 : Tourteaux protéiques utilisés en alimentation des vaches laitières : soja, colza et tournesol. (Hristov et al., 2023)

2-4- Les compléments minéraux et vitaminiques (CMV)

Les déficits des rations de base doivent être corrigés et les fonctions physiologiques soutenues par des compléments minéraux et vitaminiques, qui sont indispensables.

Ils apportent notamment :

- du calcium;
- du phosphore;
- du magnésium ;
- du sodium ;
- du zinc;
- du cuivre;
- du sélénium ;
- des vitamines A, D, E.

Le métabolisme énergétique, la reproduction et les défenses immunitaires sont des processus dans lesquels interviennent les minéraux. Selon des études récentes, il faut ajuster avec précision la supplémentation minérale pour éviter les excès et leurs conséquences sur l'environnement (Duplessis et Royer, 2023).



Figure 05 : Compléments minéraux et vitaminiques (CMV) destinés aux vaches laitières (Bednarski et Kupczyński, 2024).

2-5- Les sous-produits agro-industriels

Dans une optique de réduction des coûts alimentaires et de durabilité, l'utilisation des sous-produits agro-alimentaires a connu un essor.

Parmi les plus utilisés, on compte:

- la pulpe de betterave;
- les drêches de brasserie;
- les coques et pulpes végétales;
- les résidus de fruits et légumes;
- les drêches de maïs ou de distillerie.

Lorsqu'ils sont inclus dans les rations de manière adéquate, ces aliments peuvent devenir de véritables sources d'énergie et de fibres (Jalal et al., 2023). L'économie circulaire et la réduction du gaspillage alimentaire sont aussi favorisées par leur valorisation.



Figure 06 : Sous-produits agro-industriels valorisés en alimentation bovine : drêches et pulpes (Jalal et al., 2023).

2-6- Les additifs alimentaires

L'incorporation d'additifs alimentaires en faible quantité vise à améliorer la fermentation ruminale, l'efficacité alimentaire ou la santé digestive.

Les principaux additifs sont les suivants:

- Des levures vivantes;
- Des probiotiques;
- Des tampons ruminiaux;
- Des enzymes;
- Des modificateurs de fermentation.

Selon des recherches récentes, certains additifs peuvent améliorer la stabilité du pH ruminal, favoriser la digestibilité des fibres et réduire les émissions entériques de méthane (Muck et al., 2023).

Chapitre 03

Variations saisonnières de l'alimentation

1- Variations saisonnières de l'alimentation des vaches laitières

Les vaches laitières sont soumises à des variations importantes de leur alimentation tout au long de l'année, en raison des changements climatiques, de la disponibilité des ressources fourragères et des pratiques de conduite des élevages. Ces variations saisonnières influencent directement la quantité et la qualité des aliments disponibles, modifiant ainsi les apports nutritionnels et les performances zootechniques des animaux (Bednarski et Kupczyński, 2024). Pour maintenir la santé des vaches et optimiser la production laitière, il est essentiel de s'adapter aux saisons.

La disponibilité et la valeur nutritive des fourrages sont principalement affectées par les modifications saisonnières. Au printemps et au début de l'été, les pâturages présentent généralement une forte teneur en protéines solubles, une digestibilité élevée et une concentration importante en vitamines et composés bioactifs, durant les périodes favorables. À l'inverse, en fin d'été ou durant les périodes sèches, la maturité des plantes entraîne une augmentation des fractions fibreuses. Cela provoque une diminution progressive de la digestibilité et de la teneur protéique. Ces changements affectent directement l'ingestion volontaire, c'est-à-dire la quantité de nourriture que les animaux choisissent de consommer, ainsi que la valeur énergétique des rations, c'est-à-dire l'énergie que les rations peuvent fournir (O'Brien et al., 2023).

1-1- Disponibilité saisonnière de l'alimentation de la vache laitière :

Les conditions climatiques du printemps favorisent en général une croissance rapide des pâturages et des cultures fourragères. L'herbe fraîche est abondante à cette période. Elle est riche en protéines solubles, en énergie digestible et en vitamines. Une moindre dépendance vis-à-vis des concentrés et des fourrages conservés permet de réduire partiellement les coûts alimentaires, et les pâturages printaniers présentent souvent une digestibilité élevée (O'Brien et al., 2023). Cependant, cette abondance peut aussi être associée à des variations importantes dans la composition nutritionnelle, en raison du stade de développement des plantes et des conditions d'alimentation des animaux.

Les régions soumises au déficit hydrique ou au stress thermique sont particulièrement touchées par la diminution de la disponibilité des ressources fourragères durant l'été. En 2023, selon Salama et al., la croissance des pâturages est ralentie par les températures élevées et la réduction des précipitations. Cela accélère l'alignement des plantes, qui est à son tour

Chapitre 3 : Variations saisonnières de l'alimentation

responsable de la réduction de la digestibilité et de la teneur en protéines des plantes. La baisse des fourrages en quantité et en qualité pousse souvent les éleveurs à augmenter la distribution de concentrés énergétiques et à utiliser des réserves conservées. L'objectif est de maintenir l'équilibre nutritionnel des rations.

L'automne est une période intermédiaire où la disponibilité des ressources alimentaires est variable. Dans certaines régions, les précipitations automnales permettent une repousse partielle des pâturages et une amélioration temporaire de la disponibilité fourragère. Cependant, cette reprise reste souvent insuffisante pour couvrir durablement les besoins des troupeaux, ce qui nécessite une transition progressive vers les fourrages stockés (Morales et al., 2024). Une gestion adaptée de cette phase de transition demeure importante pour limiter les perturbations digestives associées aux changements alimentaires (Plaizier et al., 2023), car ces perturbations peuvent avoir un impact négatif sur la qualité de vie des patients.

De nombreux systèmes d'élevage connaissent une diminution de la disponibilité des ressources fraîches en hiver, en raison de la faible ou inexistante croissance végétale. Les vaches en lactation reçoivent principalement de la nourriture sous forme de fourrage conservé, comme l'ensilage de maïs, l'ensilage d'herbe et le foin. Ces fourrages sont complétés par des concentrés énergétiques et protéiques, qui permettent de répondre à leurs besoins (Gross, 2022). La sécurité alimentaire des exploitations laitières est étroitement liée à la constitution préalable de stocks fourragers suffisants et de bonne qualité.

1-2- L'effet des variations saisonnières de l'alimentation de la vache laitière sur la quantité et la qualité du lait

Les variations saisonnières de l'alimentation ont un impact considérable sur la production laitière et la qualité du lait. Au fil des saisons, la disponibilité et la qualité des ressources fourragères changent, ce qui affecte l'ingestion alimentaire, la fermentation ruminale et le métabolisme mammaire. Cela provoque des fluctuations notables du rendement laitier et des propriétés physicochimiques du lait (Bednarski et Kupczyński, 2024).

Contrairement aux systèmes intensifs basés sur des rations mélangées disponibles toute l'année, les systèmes alimentaires saisonniers reposant sur le pâturage présentent généralement des modifications synchronisées de la composition du lait au fil des saisons (Timlin et al., 2021).

1-2-1- Effet sur la quantité de lait

La production de lait est principalement influencée par la disponibilité énergétique et l'équilibre nutritionnel des rations, comme l'a souligné Gross en 2022. Ces paramètres sont directement influencés par les variations saisonnières.

Période printanière : augmentation du rendement laitier.

Au printemps, les jeunes pâturages sont riches en protéines solubles et en énergie fermentescible. Cette qualité nutritionnelle améliore l'ingestion et favorise la synthèse du lactose, qui est le principal régulateur du volume du lait. Cela entraîne généralement une augmentation du rendement laitier (O'Brien et al., 2023).

Au printemps et au début de l'été, la principale source alimentaire des vaches est le pâturage. C'est aussi la période où la production laitière est la plus importante dans les systèmes saisonniers.

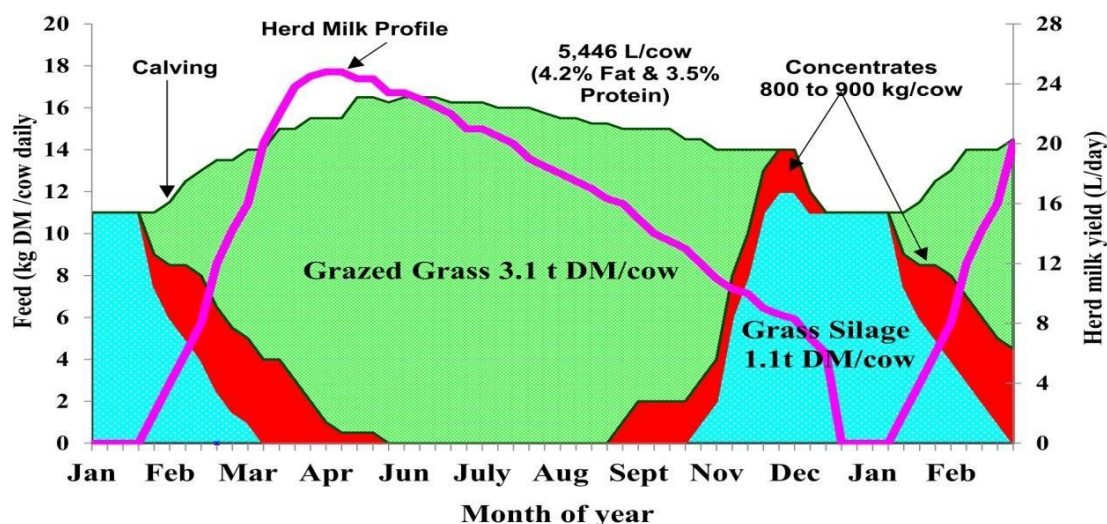


Figure 07 : Profil saisonnier de l'alimentation et de la production laitière dans les systèmes pastoraux (O'Brien et al., 2023).

Les vaches qui ont accès à des conditions de printemps ou d'automne favorables ont souvent une meilleure persistance laitière que celles qui sont exposées à des conditions estivales plus contraignantes.

Période estivale : diminution de la production

Durant la saison estivale, notamment dans les zones à climat chaud, la baisse de la qualité des herbages et le stress thermique réduisent la consommation de matière sèche et augmentent

Chapitre 3 : Variations saisonnières de l'alimentation

les besoins énergétiques liés à la régulation de la température corporelle (Salama et al., 2023). Selon des études récentes, le stress thermique a un impact négatif sur la consommation alimentaire, le lait corrigé en énergie et l'efficacité alimentaire.

La lignification des fourrages estivaux et la baisse de leur digestibilité ont un impact négatif sur le rendement laitier (Morales et al., 2024).

La stabilisation est fonction des fourrages conservés, et ce, durant les saisons de l'automne et de l'hiver.

La production en automne et en hiver est principalement influencée par deux facteurs : la qualité des fourrages conservés (comme l'ensilage et le foin) et le niveau de complémentation énergétique et protéique. Malgré la réduction du pâturage, il est possible de maintenir des performances satisfaisantes en associant des ensilages de bonne qualité à des concentrés équilibrés (Gross, 2022).

Les recherches d'Anger et de ses collègues montrent que les changements métaboliques dans la glande mammaire dépendent directement des apports nets en énergie et en protéines, influençant ainsi la production de lait.

1-2-2- Effet sur la qualité du lait

Les variations saisonnières de l'alimentation affectent également la composition chimique et la qualité technologique du lait.

a. Effet sur la matière grasse de lait

La teneur en matière grasse est grandement influencée par la nature des rations et le profil de fermentation ruminale.

La production d'acétate et de butyrate dans le rumen est favorisée par les pâturages verts. Ces deux substances sont des précurseurs majeurs de la lipogénèse mammaire. Les laits produits durant la saison de pâturage sont souvent plus riches en acides gras insaturés, en particulier en oméga-3 et en acide linoléique conjugué (CLA). Ces acides gras sont reconnus pour leurs bienfaits sur la santé humaine (Timlin et al., 2021 ; Morales et al., 2024).

Durant les périodes chaudes, les concentrations en matière grasse et protéines diminuent. Puis, elles augmentent à nouveau en automne et en hiver.

En revanche, les régimes pauvres en fibres efficaces ou riches en concentrés fermentescibles peuvent provoquer une baisse du taux butyreux due à des perturbations du métabolisme ruminal (Plaizier et al., 2023).

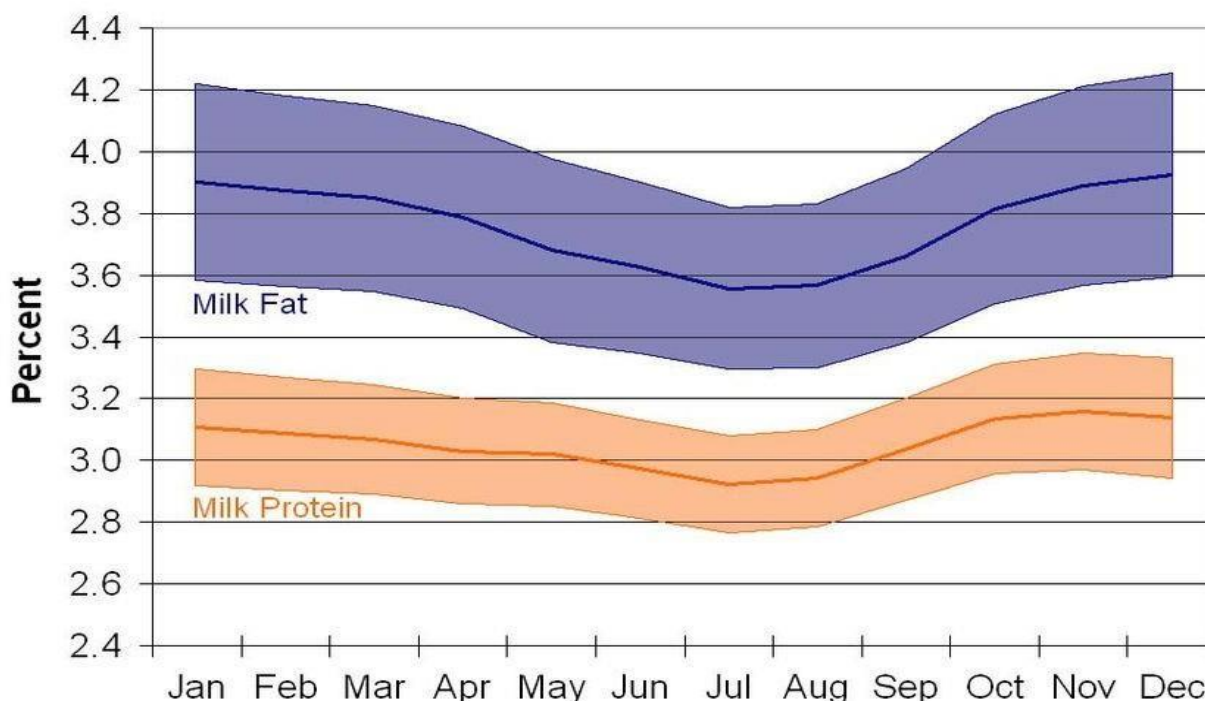


Figure 08 : Variation saisonnière des teneurs en matière grasse et protéines du lait (Chenet et al., 2024).

b. Effet sur les protéines du lait

L'équilibre énergie-protéines de la ration est le principal facteur déterminant de la teneur protéique.

L'ajout d'azote dans les pâturages jeunes peut être efficace, mais seulement si l'équilibre de l'énergie fermentescible est pris en compte (Plaizier et al., 2023). En effet, ces pâturages sont souvent riches en azote rapidement dégradable, mais relativement moins équilibrés en énergie fermentescible.

Les rations hivernales, si elles sont correctement supplémentées, peuvent maintenir ou améliorer la teneur protéique du lait. Cela est rendu possible par une meilleure synchronisation ruminale et un apport plus constant en acides aminés absorbables (Hristov et al., 2023).

Selon des études récentes, certains systèmes pastoraux multispecies peuvent même accroître les rendements en protéines et en matière grasse du lait (Murphy et al., 2024).

c. Effet sur le lactose et l'extrait sec

Le statut énergétique de la vache a une influence sur la stabilité relative du lactose. La disponibilité du glucose hépatique est réduite par une insuffisance énergétique saisonnière. Cela limite indirectement la synthèse du lactose et donc le volume du lait (Anger et al., 2024). Cette diminution affecte aussi l'extrait sec total et certaines propriétés technologiques du lait.

d. Effet sur la qualité sanitaire et technologique

La qualité sanitaire du lait peut également être influencée par les changements saisonniers. Les vaches sont en effet plus exposées aux troubles métaboliques et aux mammites pendant l'été, en raison du stress nutritionnel et thermique (Du et al., 2024 ; Bednarski et Kupczyński, 2024). Cela peut conduire à une augmentation du nombre de cellules somatiques et à une modification du profil métabolique du lait.

Les différences saisonnières ont également un impact sur :

En 2021, Timlin et al. ont travaillé sur plusieurs aspects de la qualité du lait :

- la stabilité thermique,
- les propriétés de coagulation,
- le rendement fromager,
- certaines caractéristiques organoleptiques.

Ils se sont notamment penchés sur la diversité botanique des pâturages et le profil lipidique.

Partie expérimentale

Chapitre 1

Matériel et méthodes

1- Objectif de l'étude

Cette étude vise à évaluer l'effet des variations saisonnières de l'alimentation sur la production laitière des vaches laitières au niveau de la ferme laitière Soummam de Hassi Fedoul (wilaya de Djelfa). Elle a pour objectif d'analyser les changements qualitatifs et quantitatifs de la ration alimentaire au cours des différentes saisons de l'année et d'étudier leur impact sur les performances de production laitière.

L'étude vise également à déterminer la relation entre la disponibilité et la qualité des aliments distribués et le niveau de production du lait, afin de mieux comprendre l'influence des facteurs alimentaires saisonniers sur les performances des vaches laitières. Enfin, elle propose des recommandations techniques et nutritionnelles susceptibles d'améliorer l'efficacité alimentaire et de maintenir une production laitière optimale tout au long de l'année.

2- Site et période d'étude

L'étude expérimentale a été réalisée au sein de la ferme Hadj Soummam, située dans la région de Hassi Fedoul (wilaya de Djelfa), durant la période allant du 16 au 27 février 2026. Cette phase expérimentale a permis la collecte des données relatives à l'alimentation des vaches laitières, aux performances de production ainsi qu'aux paramètres zootechniques étudiés. Les observations et les mesures effectuées sur le terrain ont servi de base à l'évaluation de l'effet des variations saisonnières des rations alimentaires sur la production laitière et les performances des animaux.

2-1- Site expérimental

2-1-1- Localisation

La ferme laitière Soummam de Hassi Fedoul (wilaya de Djelfa) est considérée comme l'une des plus grandes exploitations spécialisées dans la production laitière en Algérie. Elle s'étend sur une superficie de plus de 420 hectares et abrite environ 2000 vaches laitières. Cette ferme a été créée pour soutenir les activités de la laiterie Soummam en fournissant du lait cru de haute qualité. Elle repose sur des techniques modernes d'élevage, d'alimentation et de traite, ce qui en fait un modèle d'exploitation agro-industrielle intégrée contribuant au développement de la filière laitière en Algérie.

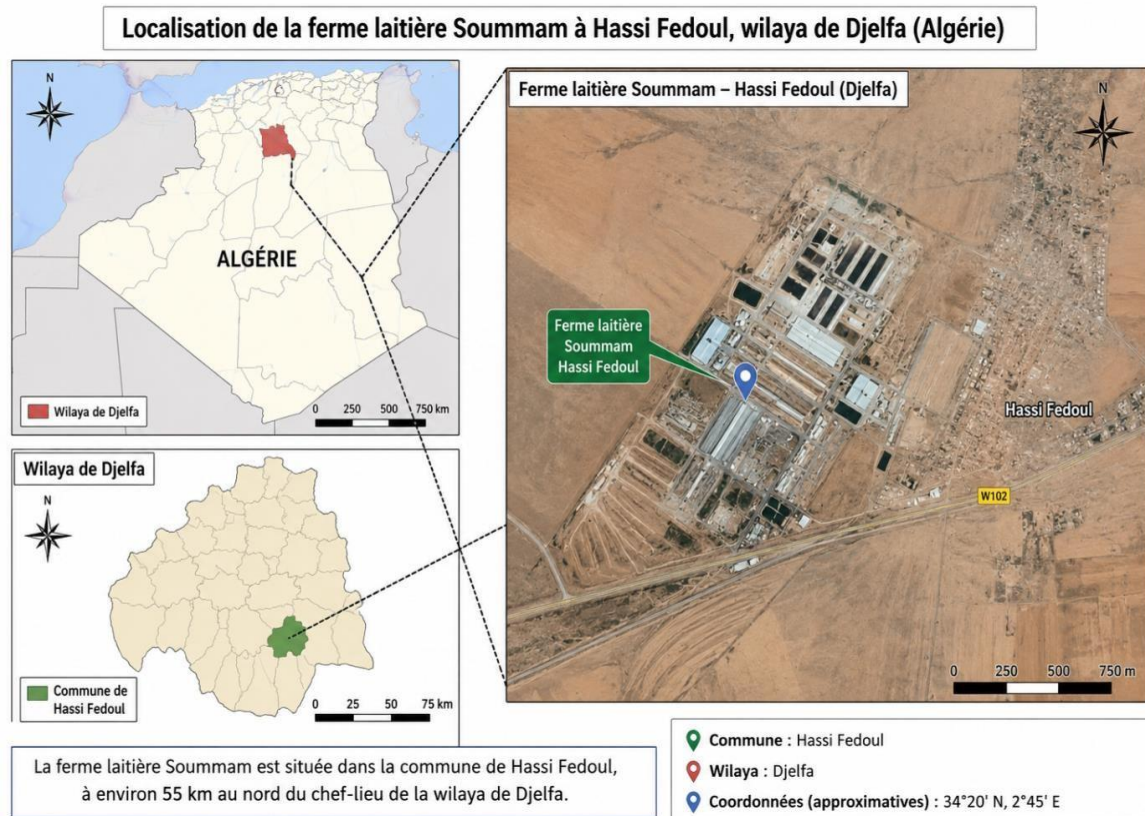


Figure 9 : Ferme de vaches laitières« Soummam »–Hassi Fedoul (GoogleMaps)

2-1-2- Climat

La région de Hassi Fedoul, située dans la wilaya de Djelfa, est caractérisée par un climat semi-aride à tendance steppique, classé BSk selon la classification de Köppen. Ce climat se distingue par des étés chauds et secs ainsi que des hivers froids, marqués par une faible pluviométrie et une répartition irrégulière des précipitations au cours de l'année. La température moyenne annuelle est estimée à environ 15 °C, tandis que les précipitations annuelles varient généralement entre 275 et 320 mm (DSA, 2026).

2-2- Période expérimentale

2-2-1- Système d'élevage

La ferme laitière de Soummam utilise un système d'élevage intensif des vaches laitières, caractérisé par l'élevage d'un grand nombre d'animaux dans des bâtiments aménagés, avec une alimentation équilibrée, un suivi sanitaire régulier et une gestion technique rigoureuse. Ce système repose sur l'utilisation de races à haut potentiel laitier ainsi que sur l'application de pratiques

modernes de conduite, d'alimentation et de traite, contribuant à améliorer la production laitière et à garantir la qualité du lait tout au long de l'année.

3- Animaux étudiés

3-1- Effectif du troupeau

Tableau 2 : Effectif des différentes catégories animales de l'exploitation Soummam (Hassi Fedoul)

Vaches laitières	Veaux	Velles	Génisses	Taurillons	Total
659	6	41	366	4	1 076

La gestion des naissances à la Ferme Soummam est orientée principalement vers l'optimisation de la production laitière. Après la naissance, la majorité des veaux mâles sont vendus à un jeune âge; seul un nombre restreint présentant de bonnes caractéristiques morphologiques et génétiques est conservé pour la reproduction. Cette pratique permet de réduire les coûts d'élevage tout en garantissant l'amélioration génétique du troupeau.

3-2- Races

Le troupeau est constitué principalement de deux races bovines laitières : la Holstein et la Montbéliarde.

La race Holstein est la plus représentée en raison de son potentiel laitier élevé. Elle existe sous deux variétés : Pie Noire (robe noire et blanche) et Pie Rouge (robe rouge et blanche). Cette race se distingue par son grand format corporel, son développement mammaire important et sa forte capacité de production laitière.



Figure 10 : Race Montbéliard



Figure 11 : Race Holstein

La Montbéliarde est une race bovine d'origine française reconnue pour sa robustesse, sa fertilité et sa capacité d'adaptation à différentes conditions d'élevage. Bien que sa production laitière soit généralement inférieure à celle de la Holstein, elle produit un lait plus riche en protéines et en matières grasses, avec une meilleure résistance aux maladies et une plus grande longévité productive.

3-3- Répartition selon les catégories d'âge et de sexe

Tableau 3 : Répartition de l'effectif du troupeau bovin selon les catégories d'âge et de sexe – Exploitation Soummam

Désignation	Nombre
Vaches	659
Génisses plus de 15mois	75
Génisses plus de 12mois	165
Génisses 6 à 12 mois	77
Vaches moins de 6 mois	90
Mâles moins de 12 mois	4

Matériels et Méthodes

Mâles moins de 6mois	6
Total	1 076

3-4- Homogénéité du troupeau

Tableau 4 : Répartition des vaches selon le stade physiologique – Ferme Soummam (Hassi Fedoul)

Stade physiologique	Effectif	Pourcentage (%)
Début de lactation	192	29,14
Milieu de lactation	176	26,71
Finde lactation	186	28,22
Tarissement	105	15,93
Total	659	100



Figure 4 : Exemple de score corporel présenté chez les vaches laitières

4- Ressources alimentaires et rations saisonnières

Les aliments utilisés dans l'exploitation varient selon la saison et les disponibilités. Les principales ressources sont :

4-1- Ensilage de maïs :

Source énergétique importante, assurant une alimentation régulière pendant les périodes de faible disponibilité en fourrages verts.



Figure 12 : Ensilage de maïs

4-2- Foin : Obtenu par séchage des plantes fourragères, il constitue une source essentielle de fibres alimentaires nécessaires au bon fonctionnement du rumen et au maintien de l'activité de rumination.



Figure 13 : Foin

4-3- Paille : issue principalement des cultures céréalières, utilisée comme complément fibreux dans la ration. Bien que de faible valeur nutritive, elle joue un rôle important dans l'équilibre de la ration et la santé digestive des animaux.



Figure 14 : Paille

4-4- Aliments concentrés : composés de matières premières riches en énergie et en protéines, telles que le maïs (aliments VL18 et VL14 spéciaux vaches laitières).

Aliment de bétail spécial vache laitier (VL18et V L14) :



Figure15:aliment de bétail

4-5- Luzerne enrubannée:

Fourrage de haute valeur nutritive, distribué principalement au printemps.



Figure 16 : Luzerne enrubannée

5- Rations alimentaires distribuées selon les saisons :

En complément de la ration alimentaire distribuée chaque jour, les vaches disposent d'un accès permanent à de l'eau potable grâce à des abreuvoirs automatiques installés dans les différents bâtiments de l'exploitation. Cette disponibilité continue en eau est essentielle pour répondre à leurs besoins physiologiques, favoriser une bonne consommation alimentaire et maintenir un niveau optimal de production. Les animaux ont également un libre accès à des pierres à lécher réparties dans les différents espaces de la ferme. Ces compléments minéraux leur permettent de couvrir leurs besoins en minéraux et oligoéléments selon leurs besoins individuels. Cette pratique contribue à préserver leur état de santé, à soutenir leurs performances de production et de reproduction, tout en limitant les risques de carences nutritionnelles.

Matériels et Méthodes

**Tableau 5 : Rations alimentaires distribuées selon la saison et le stade de lactation
(quantités en kg/vache/jour, sauf indication)**

Saison	Stade	Maïs ensilé	Luzerne enrubannée	Son de blé	Aliment +70 % maïs	Concentré	Paille
R1 (Hiver)	Début lactation	15	12	/	/	8	/
	Milieu lactation	15	12	/	/	8	/
	Fin lactation	15	12	/	/	8	/
	Tarissement	15	12	/	/	2,5	/
R2 (Printemps)	Début lactation	15	12	/	/	8	/
	Milieu lactation	15	12	/	/	8	/
	Fin lactation	15	12	/	/	8	/
	Tarissement	15	12	/	/	2,5	/
R3 (Été)	Début lactation	36	6	2	3	10	1
	Milieu lactation	24	4	2	2	10	3
	Fin lactation	18	6	2	1	8	4
	Tarissement	12	4	2,5	/	/	8,4
R4 (Automne)	Début lactation	36	6	2	3	10	1
	Milieu lactation	24	4	2	2	10	3
	Fin lactation	18	6	2	1	8	4
	Tarissement	12	4	2,5	/	/	8,4

6- Composition chimique des principaux aliments

La composition chimique des principaux aliments utilisés dans les rations alimentaires (Ensilage de maïs, Luzerne enrubannée et sonde blé) est défini par l'analyse NIR au niveau de la SARL fab grains Tiaret. Par la suite les valeurs en UFL, PDIN et PDIE sont calculées en utilisant les équations de calculs pour les ruminants (INRA 2007).

Tableau 6 : Composition chimique des principaux aliments utilisés dans les rations

Aliment	MS (%)	UFL	PDIE (g/kg MS)	PDIN (g/kg MS)	Ca (g/kg MS)	P (g/kg MS)
Ensilage de maïs	30	0,88	72	64	2,4	2,6
Luzerne enrubannée	34,23	0,79	134,4	42,8	18,4	1,85
Son de blé	88,5	0,72	111	112	1,3	11,8

7- Valeur alimentaire de différentes rations

Tableau 7 : Valeur alimentaire de différentes rations

Ration	UFL	PDIN	PDIE
R1	29.37	27.16	2816
R2	22.82	20.80	2429
R3	18.89	16.56	1853
R4	15.16	9.64	1000

8- La production laitière:

Les données relatives à la production laitière ont été collectées directement auprès de la ferme haj-soummam. La quantité de lait produite a été enregistrée pour chaque vache laitière sur une période d'une année. La traite est réalisée deux fois par jour (matin et soir) à l'aide d'une salle de traite (salle de traite mécanique), garantissant une collecte régulière et standardisée du lait.

8-1- Production laitière par ration saisonnière

Tableau 8 : Production laitière par ration saisonnière et par stade de lactation

Ration	Stade	Prod./vache/j (L)	Prod./mois (L)	Prod. saisonnière (L)	Prod.annuelle (L)
R1 (Hiver)	Fresh1	23,4	702	2 106	7 132
	Fresh2	16,0	480	1 440	4 880
	Fin lactation	15,4	462	1 386	4 697
R2 (Printemps)	Fresh1	28,3	849	2 547	8 632
	Fresh2	19,3	579	1 737	5 887
	Fin lactation	18,6	558	1 674	5 673
R3 (Été)	Moyenne	19,4	582	1 746	5 917
R4 (Automne)	Moyenne	15,6	468	1 404	4 758



Figure17:Salle de traite

9- Qualité du lait :

Afin d'évaluer la qualité du lait produit, un échantillon a été prélevé après chaque traite pour chaque vache. Les analyses ont été réalisées à l'aide de l'appareil Lactoscan, permettant la détermination des principaux paramètres physico-chimiques du lait, notamment le taux de matière grasse, ainsi que d'autres constituants selon les besoins de l'étude.

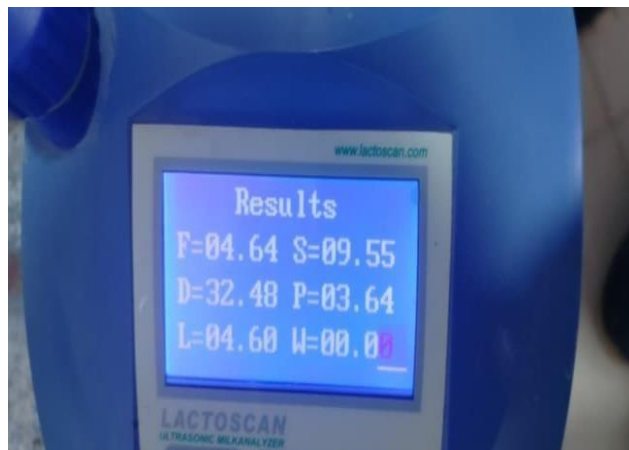


Figure 18 : Analyse physico-chimique instantanée du lait cru par l'analyseur ultrasonique Lactoscan – ferme Hadj Soummam

10- État sanitaire des vaches :

L'état sanitaire du troupeau a été pris en considération tout au long de l'étude. Une attention particulière a été portée aux cas de mammite. Le lait provenant des vaches atteintes de mammite a été systématiquement écarté afin d'éviter toute contamination du lait collecté et de préserver la qualité sanitaire de la production laitière

Tableau 9 : Répartition des cas de mammite enregistrés dans le troupeau

Type de mammite	Nombre de cas	Pourcentage (%)
CMT/Mammite subclinique	43	40,57
Mammite clinique	35	33,02
Mammite fibrosée	28	26,41
Total	106	100,00



Figure 19 : Réalisation du test CMT pour détecter la mammites subclinique chez les vaches laitières

11- Évaluation de l'impact économique des variations saisonnières de l'alimentation sur la production laitière

1- Collecte des données

Les données ont été collectées durant une période de douze mois consécutifs dans l'exploitation étudiée.

Pour chaque saison, les informations suivantes ont été enregistrées:

- les quantités journalières des aliments distribués par vache;
- la composition des rations.
- la production moyenne journalière de lait par vache;
- les prix d'achat ou de revient des différents aliments;
- le prix de vente du lait à la

production. Les saisons ont été définies comme suit :

- Hiver : décembre à février ;
- Printemps : mars à mai;
- Été : juin à août ;
- Automne : septembre à novembre.

Matériels et Méthodes

2- Calcul du coût alimentaire

Le coût alimentaire journalier par vache a été calculé à partir de la formule suivante:

$$CA = \sum(Q_i \times P_i)$$

où:

- CA=coût alimentaire journalier (DA/vache/jour);
- Q_i =quantité de l'aliment i distribuée (kg brut/jour);
- P_i = prix unitaire de l'aliment i (DA/kg).

Le coût alimentaire moyen a ensuite été déterminé pour chaque saison.

3- Calcul du coût alimentaire par litre de lait

Le coût alimentaire par litre de lait a été calculé selon l'équation suivante :

$$CAL = CA / PL$$

Où:

- CAL=coût alimentaire par litre de lait (DA/L);
- CA=coût alimentaire journalier (DA/vache/jour);
- PL=production laitière journalière (L/vache/jour).

Cet indicateur permet d'évaluer l'efficacité économique de chaque ration saisonnière.

4- Estimation du produit brut laitier

Le produit brut laitier journalier a été calculé à partir de la formule :

$$PBL = PL \times PVL$$

Où:

- PBL=produit brut laitier (DA/vache/jour);
- PL=production laitière journalière (L/vache/jour);
- PVL=prix de vente du litre de lait (DA/L).

5- Calcul de la marge alimentaire

La marge alimentaire représente la différence entre la valeur du lait produit et le coût de l'alimentation :

$$MA = PBL - CA$$

Où:

- MA=marge alimentaire (DA/vache/jour);
- PBL=produit brut laitier (DA/vache/jour);
- CA=coût alimentaire journalier (DA/vache/jour).

Cette marge constitue l'indicateur principal de l'évaluation économique des différentes rations.

Tableau 10 : Prix moyens des aliments utilisés (2024–2025)

Aliment	Prix (DA/kg)
Ensilage de maïs	6
Luzerne enrubannée	18
Son de blé	35
Aliment V L18/VL14 +70 % maïs	55
Concentré	65
Paille	12
Prix du lait	65 DA/L

Chapitre 2

Résultats et discussion

Résultats et discussions

1- Résultats ;

1-1-Production laitière selon le stade de lactation

Les résultats obtenus pour les rations R1 (hiver) et R2 (printemps), seules saisons pour lesquelles les données ont été enregistrées séparément selon le stade physiologique, montrent une évolution classique de la production en fonction du stade de lactation. La production la plus élevée est observée chez les vaches en début de lactation (Fresh1), avec 23.4 L/vache/jour en hiver et 28.3L/vache/jour au printemps, suivie d'une diminution progressive au cours du milieu puis de la fin de lactation.

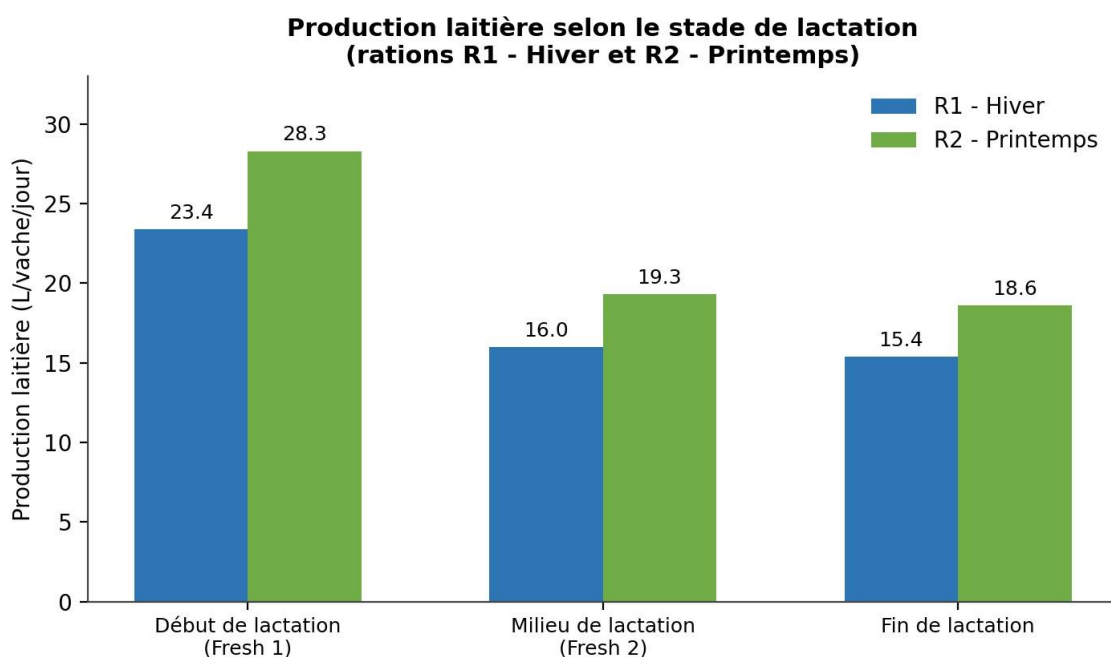


Figure 20 : Production laitière (L/vache/jour) selon le stade de lactation pour les rations R1 (hiver) et R2 (printemps)

Tableau 11 : Production laitière (L/vache/jour) selon le stade de lactation pour les rations R1 (hiver) et R2 (printemps)

Stade de lactation	R1-Hiver (L/j)	R2-Printemps (L/j)	Écart R2-R1 (L/j)
Début de lactation (Fresh1)	23.4	28.3	+4.9
Milieu de lactation (Fresh2)	16.0	19.3	+3.3
Fin de lactation	15.4	18.6	+3.2

Résultats et discussions

Cette tendance est conforme à la physiologie de la lactation chez la vache laitière, dont la courbe suit une forme parabolique : une phase ascendante rapide après le vêlage jusqu'à un pic situé généralement entre la 4^{me} et la 8^{me} semaine, suivie d'une phase descendante progressive jusqu'au tarissement. Les vaches du groupe Fresh 1 se trouvent à proximité de ce pic physiologique et expriment donc leur potentiel de production maximal, alors que la baisse observée chez les groupes Fresh 2 et fin de lactation traduit la diminution naturelle de la persistance laitière au fil de la lactation.

1-2-Production laitière selon les saisons

La production laitière moyenne varie selon les saisons de l'année. Le tableau 1 et la figure 2 présentent les valeurs moyennes enregistrées pour chacune des quatre périodes d'élevage (R1 à R4).

Tableau 12 : Production laitière moyenne selon les saisons

Saison	Code	Production (L/vache/jour)
Hiver	R1	18,27
Printemps	R2	22,07
Été	R3	19,40
Automne	R4	15,60

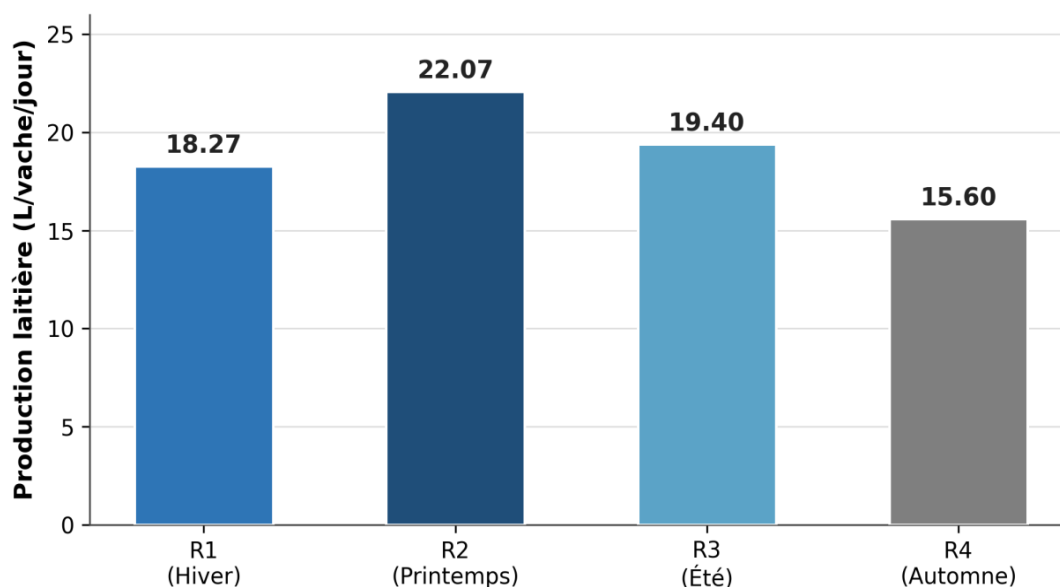


Figure 21 : Production laitière moyenne selon les saisons

Résultats et discussions

Le printemps (R2) présente la meilleure production laitière, avec une moyenne de 22,07 L/vache/jour, tandis que l'automne (R4) enregistre la valeur la plus faible, soit 15,60L/vache/jour. L'été (R3) et l'hiver (R1) occupent des positions intermédiaires, avec respectivement 19,40 et 18,27 L/vache/jour. Cet écart de près de 6,5 L entre la meilleure et la moins bonne saison souligne l'ampleur de l'effet saisonnier sur la production.

1-3- Qualité du lait selon les saisons (Lactoscan)

L'analyse de la composition du lait par Lactoscan révèle également des variations saisonnières marquées au niveau des teneurs en matière grasse et en protéines, comme l'illustrent le tableau 2 et la figure 3.

Tableau 13 : Composition du lait (matière grasse et protéines) selon les saisons

Saison	Matière grasse (%)	Protéines (%)
R1 (Hiver)	4,24	3,64
R2 (Printemps)	2,81	3,35
R3 (Été)	3,47	3,11
R4 (Automne)	3,96	3,18

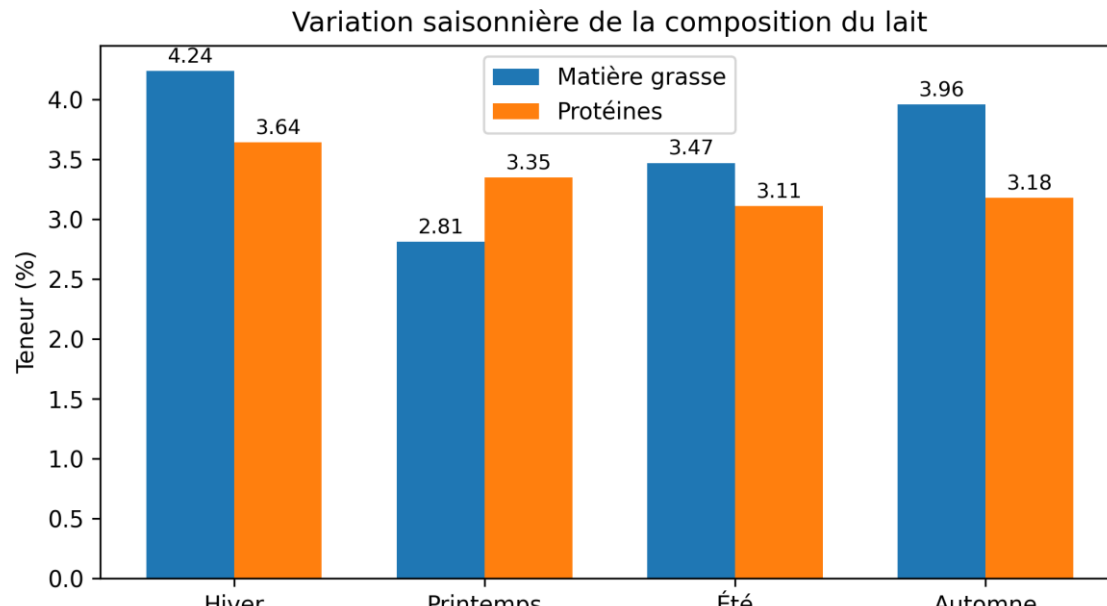


Figure 22 : Qualité du lait (matière grasse et protéines) selon les saisons (Lactoscan)

Résultats et discussions

L'analyse révèle que la composition du lait est influencée par la saison. Les résultats obtenus montrent une variation saisonnière importante de la composition du lait. Les teneurs en matière grasse varient de 2,81 à 4,24 % et les teneurs en protéines varient de 3,11 à 3,64 %. Les valeurs maximales pour ces deux paramètres sont atteintes en hiver (4,24 % de matière grasse et 3,64 % de protéines), tandis que les valeurs minimales sont enregistrées au printemps pour la matière grasse (2,81 %) et en été pour les protéines (3,11 %).

1-4-L'impact économique des variations saisonnières de l'alimentation sur la production laitière :

La rentabilité de la production laitière est fortement influencée par les variations saisonnières de l'alimentation, comme l'indique l'analyse économique. C'est au printemps (R2) que la marge alimentaire atteint son maximum, avec 608,55 DA par vache et par jour. La production laitière la plus élevée de l'étude (22,07 L par vache et par jour) est la cause de cette performance, le coût alimentaire restant identique à celui de l'hiver.

Tableau 14 : Analyse économique des rations selon la saison.

Saison	Production (L/j)	Coût alimentaire (DA/j)	Coût alimentaire (DA/L)	Recette lait (DA/j)	Marge alimentaire (DA/j)
Hiver (R1)	18,27	826	45,21	1187,55	361,55
Printemps (R2)	22,07	826	37,43	1434,55	608,55
Été (R3)	19,40	1071	55,21	1261,00	190,00
Automne (R4)	15,60	1071	68,65	1014,00	-57,00

2-Discussion

2-1-Effet du stade de lactation et de la saison sur la production

Cette évolution suit la courbe biologique normale de lactation décrite chez les bovins laitiers. La production de lait maternel augmente rapidement après le vêlage, pour atteindre un pic de lactation qui se situe en général entre la 4^e et la 8^e semaine. Puis, cette sécrétion décroît progressivement, en raison de la diminution de l'activité des cellules épithéliales mammaires et des modifications hormonales (Capucoet Akers,2010;Roche et al.,2013;Friggens et al.,2017).

Résultats et discussions

L'activité métabolique intense que l'on observe chez les vaches de race Fresh 1 est typique des premiers stades de la lactation. Cette production élevée est donc probablement due à

cette activité. À ce stade, la glande mammaire montre une production de lait maximale. Cette sécrétion est régulée par l'action combinée de la prolactine, de l'hormone de croissance (GH) et de l'IGF-1. Le début de la lactation est généralement accompagné d'un déficit énergétique. Pour le compenser, les vaches mobilisent leurs réserves corporelles (Bauman et Currie, 2011 ; Ingvarlsen et Moyes, 2013 ; Gross et Bruckmaier, 2019).

La baisse constatée chez les groupes Fresh 2 et fin de lactation traduit la diminution graduelle de la persistance laitière. D'après Berry et al. (2015), la diminution observée est due à l'apoptose graduelle des cellules sécrétrices et à la réallocation des nutriments vers la reconstitution des réserves corporelles et les fonctions reproductrices.

De plus, les productions du printemps sont supérieures à celles de l'hiver pour chaque stade physiologique (+4,9;+3,3et+3,2L/j respectivement). Cette amélioration pourrait être liée à une meilleure qualité nutritionnelle des fourrages printaniers, caractérisés par une digestibilité élevée, une concentration importante en protéines et une teneur accrue en glucides fermentescibles favorisant la synthèse microbienne ruminale (Dewhurst et al., 2010 ; Beauchemin et al., 2020).

2-2-Production laitière selon les saisons

La littérature fait souvent état de la supériorité du printemps. La présence de fourrages verts en grande quantité est typique de cette période. Ces nutriments sont riches en énergie digestible, en protéines solubles, en vitamines et en minéraux. D'après Dewhurst et al. (2010), Hristov et al. (2019) et Costa et al. (2022), ces conditions ont un effet positif sur l'ingestion de matière sèche et l'efficacité alimentaire des vaches laitières.

La production estivale, qui s'élève à 19,40 litres par jour, est inférieure à celle du printemps. Cette diminution est principalement attribuée au stress thermique. Quand la température s'élève, les vaches baissent leur consommation de nourriture. Objectif : réduire la production de chaleur par leur organisme. Cette baisse d'ingestion a pour conséquence directe une diminution de la production laitière (Bernabucci et al., 2014 ; Polsky et von Keyserlingk, 2017 ; Gao et al., 2017; Ouellet et al., 2023).

Résultats et discussions

Plusieurs facteurs combinés pourraient expliquer la faible production observée en automne (15,60L/j). Par mieux, on peut citer la qualité plus variable des fourrages disponibles, la répartition des vêlages dans le troupeau et la présence d'un plus grand nombre de vaches en fin de lactation (Berry et al., 2015 ; Costa et al., 2022 ; Van de Haar et St-Pierre, 2021).

2-3-Matière grasse du lait selon les saisons :

Une consommation plus importante de fibres efficaces issues des foin et des ensilages est généralement la cause de cette augmentation saisonnière. La production d'acétate et de butyrate est plus importante lors de la fermentation de ces fibres. Ces deux composés sont les principaux précurseurs de la synthèse des acides gras du lait (Bauman et Griinari, 2011; Plaizier et al., 2018; Beauchemin et al., 2020).

La faible teneur observée au printemps (2,81%) trouve son explication dans le phénomène de « Milk Fat Dépression ». Les fourrages jeunes sont riches en acides gras insaturés et pauvres en fibres structurales. Cela modifie les voies de biohydrogénation ruminale et réduit la synthèse des matières grasses du lait (Shingfield et al., 2013 ; Sterk et al., 2012 ; Salfer et al., 2019).

Les valeurs observées en automne (3,96 %) et en été (3,47 %) traduisent une situation intermédiaire, qui n'est ni tout à fait une situation de crise, ni tout à fait une situation de confort. À l'automne, l'augmentation de la disponibilité des fourrages plus mûrs a tendance à accroître l'apport en fibres digestibles et à améliorer le taux butyreux. Pendant la saison estivale, le stress thermique a pour effet de réduire l'ingestion de matière sèche, de perturber la fermentation ruminale et de diminuer la synthèse des matières grasses du lait (West, 2003; Bernabucci et al., 2015; Ouellet et al., 2023).

2-4-Protéines du lait selon les saisons

La teneur élevée observée en hiver suggère une meilleure adéquation entre les apports énergétiques et azotés de la ration, ce qui pourrait avoir des conséquences positives sur la performance des animaux. La synthèse de protéines microbiennes ruminales, principale source d'acides aminés absorbés par la vache laitière, est favorisée par une disponibilité suffisante en énergie fermentescible (Lapierre et al., 2018 ; NRC, 2021 ; White et al., 2017).

La baisse estivale des protéines, qui s'établit à 3,11%, est cohérente avec les effets du stress thermique. La réduction de l'ingestion alimentaire a pour effet de diminuer l'apport en énergie et en protéines digestibles. Cela a pour conséquence de limiter la synthèse des caséines dans la glande mammaire (Bernabucci et al., 2015 ; Gao et al., 2017 ; Polsky et von Keyserlingk, 2017).

Les recherches de Summer et al. (2019), de Costa et al. (2022) et de Nahar et al. (2021) montrent que les concentrations protéiques du lait sont en général plus basses pendant les périodes

que les formes cliniques, car elles se développent en toute discrétion, ce qui permet à ces formes de persister dans le temps au sein du troupeau. Les mammites sub cliniques chaudes et plus élevées durant les saisons froides.

2-5-Relation entre alimentation saisonnière et qualité du lait

Les résultats de cette étude montrent que la qualité du lait est influencée directement par la nourriture des vaches. Ils indiquent aussi que, lorsque les niveaux de matières grasses et de protéines changent en même temps, cela affecte la qualité du lait. Les rations d'hiver, riches en fourrages conservés, semblent avoir favorisé une meilleure fermentation ruminale, une production accrue d'acides gras volatils et une synthèse plus importante des constituants du lait.

En revanche, les fourrages jeunes et les conditions climatiques estivale sont probablement réduits l'efficacité de la valorisation des nutriments. La composition du lait est principalement déterminée par l'équilibre entre fibres, énergie et protéines, comme le révèlent les travaux de Allen (2000), Plaizier et al. (2018), Hristov et al. (2019) et Beauchemin et al. (2020).

2-6-Etat sanitaire : Répartition des cas de mammites enregistrés dans le troupeau :

Le test CMT a permis de détecter 43 cas de mammites sub cliniques, soit 40,57 % des 106 cas de mammites recensés. Ces résultats, présentés dans le Tableau 9, montrent que ce type de mammites est le plus fréquent. Avec 35 cas, soit 33,02%, la mammites clinique arrive en deuxième position, suivie de la mammites fibrosée qui représente 28 cas, soit 26,41 %.

Les résultats de cette étude sont en accord avec les données de la littérature internationale concernant la prédominance des mammites sub cliniques. En effet, les formes sub cliniques sont bien plus courantes représentent souvent plus de 70 % des infections intra mammaires dans les élevages laitiers modernes, d'après National Mastitis Council.

Ruegg (2017) souligne que la mammite sub clinique est la principale cause de pertes économiques dans les exploitations laitières. En effet, elle provoque une diminution progressive de la production laitière et une altération de la qualité du lait. Les cas de mammites fibrosées représentent 26,41 % du total des observations. Cette proportion montre qu'une proportion importante des infections a évolué vers un stade chronique. En général, des infections répétées ou insuffisamment traitées sont à l'origine de la fibrose mammaire. Cette pathologie se caractérise par des lésions irréversibles du tissu sécréteur de la mamelle. Selon Rainard et Foucras (2018), le tissu glandulaire fonctionnel est progressivement remplacé par du tissu fibreux en raison de processus inflammatoires chroniques. Cela a pour conséquence une réduction durable de la capacité de production du quartier affecté. Une réforme prématurée des vaches est une possibilité qui s'offre à nous. Cela pourrait avoir pour conséquence d'augmenter les pertes économiques de l'exploitation.

Ces résultats montrent que la mammite est toujours un gros problème pour le troupeau étudié. Les résultats mettent en évidence deux choses. D'une part, la prédominance des formes sub cliniques souligne l'importance du dépistage régulier par l'ETC et le CMT. D'autre part, la présence importante de mammites cliniques et fibrosées met en évidence la nécessité de renforcer les mesures de prévention, d'hygiène, de traitement et de suivi sanitaire. L'objectif est de limiter les pertes de production et d'améliorer la qualité du lait.

Cette étude montre que le type d'alimentation des animaux, qui suit les saisons, a une grande influence sur les performances zootechniques et la qualité du lait. Pour garantir un niveau élevé de production et une qualité optimale du lait, il est indispensable de gérer les ressources alimentaires de manière adaptée tout au long de l'année.

2-7-L'impact économique des variations saisonnières de l'alimentation sur la production laitière :

L'analyse économique réalisée montre que les performances technico-économiques des vaches laitières sont affectées par les variations saisonnières de leur alimentation. Les données recueillies révèlent que le printemps est la saison la plus lucrative, offrant une marge alimentaire de 608,55 D A par vache et par jour. En revanche, l'automne enregistre une marge négative de -57 D A par vache et par jour. Cette différence s'explique principalement par les variations simultanées de la production laitière et du coût des rations distribuées, qui sont deux facteurs interdépendants dans le secteur agricole.

Résultats et discussions

Dans notre étude, au printemps, la meilleure rentabilité est associée à une production moyenne de 22,07 litres par vache et par jour. Ce résultat est obtenu pour un coût alimentaire identique à celui de l'hiver. Cette amélioration est due à une meilleure valorisation des fourrages disponibles et à des conditions climatiques plus favorables à l'ingestion et à l'efficacité alimentaire. Au printemps, améliorer la qualité nutritionnelle des fourrages permet de limiter les dépenses liées aux concentrés tout en augmentant la production laitière, comme l'ont montré plusieurs études.

Le coût alimentaire est le principal facteur déterminant de la rentabilité des exploitations laitières, comme le confirment également les résultats obtenus. En Algérie, Boukhechem et al. (2019) ont démontré que, dans les élevages bovins laitiers, les concentrés représentent en moyenne 64,7 % des apports énergétiques et plus de 70 % des apports azotés. Cette forte dépendance aux aliments concentrés entraîne une augmentation importante des charges alimentaires sans amélioration proportionnelle de la production laitière. Cela engendre des pertes économiques significatives.

Malgré une production laitière relativement correcte, l'été a été marqué par une diminution de la rentabilité. Cette situation est due à deux facteurs : l'augmentation du coût des rations et les effets du stress thermique sur les animaux. Quand il fait très chaud, le corps consomme moins de matière sèche, son métabolisme énergétique est modifié, l'efficacité de la conversion des aliments est réduite. Selon une récente méta-analyse menée par Chenet et al. (2024), le stress thermique a un impact significatif sur la consommation alimentaire, la production laitière et l'efficacité alimentaire des vaches laitières.

Dans notre étude, c'est la période de l'automne qui représente un enjeu crucial. Même si le coût de la nourriture pour les animaux est toujours aussi élevé, la quantité produite par animal est en baisse. En effet, elle est passée à 15,60 litres par vache. Cela fait un coût de 68,65 dinars algériens par litre de lait. La marge est donc négative. Cette situation peut être expliquée par le fait que la plupart des vaches sont en fin de lactation et en préparation de la prochaine lactation.

Conclusion

L'objectif de cette étude menée à la ferme laitière Soummam de Hassi Fedoul (Djelfa) était d'évaluer l'impact des variations saisonnières de l'alimentation sur la production et la qualité du lait des vaches laitières. Les résultats obtenus montrent clairement que les performances laitières sont fortement influencées par la saison, à travers les modifications de la composition et de la valeur nutritionnelle des rations distribuées, ce qui a des répercussions sur la qualité et la quantité du lait produit.

Selon l'analyse de la production laitière, le printemps est la période la plus productive, avec une production moyenne de 22,07 litres par vache et par jour. L'été arrive en deuxième position, avec une production de 19,40 litres par vache et par jour, suivi de l'hiver avec 18,27 litres et enfin de l'automne, qui présente la production la plus faible, avec 15,60 litres par vache et par jour.

La production laitière est fortement influencée par le stade physiologique, comme l'ont révélé les résultats. Les vaches en début de lactation (Fresh 1) ont enregistré les rendements les plus élevés, tandis qu'une diminution progressive de la production a été observée au cours du milieu et de la fin de lactation, conformément à la courbe physiologique normale de lactation.

Les variations saisonnières importantes observées concernant la qualité du lait sont à prendre en compte. Les teneurs les plus élevées en matière grasse (4,24%) et en protéines (3,64%) ont été enregistrées en hiver, tandis que les valeurs les plus faibles ont été observées au printemps pour la matière grasse (2,81 %) et en été pour les protéines (3,11 %). L'équilibre entre les apports énergétiques, protéiques et fibreux est essentiel pour déterminer la composition du lait. Ces résultats mettent en évidence cette nécessité.

Sur le plan économique, Les résultats montrent que le printemps constitue la saison la plus favorable sur le plan économique grâce à une production laitière élevée et à une meilleure efficacité alimentaire.

Perspectives

À la lumière des résultats obtenus, plusieurs perspectives peuvent être envisagées:

- Il s'agit d'optimiser les rations alimentaires en fonction des saisons afin de réduire les écarts de production observés entre les différentes périodes de l'année, notamment en automne et en été.

Conclusions et perspectives

- Il est essentiel de renforcer l'utilisation de fourrages de haute qualité, notamment les légumineuses fourragères et les ensilages bien conservés, afin d'améliorer l'apport en énergie et en protéines digestibles pour les animaux.
- Afin de limiter les baisses de consommation et de production, des stratégies de lutte contre le stress thermique doivent être mises en place durant la saison estivale. Cela peut se faire par le biais de la ventilation, de la brumisation, de l'ombrage ou de l'adaptation des horaires d'alimentation.
- Approfondir l'étude de la qualité du lait. Pour cela, il faut intégrer d'autres paramètres. On peut citer le lactose, l'extrait sec total, les cellules somatiques, l'urée du lait et le profil des acides gras.
- Réaliser des études complémentaires sur plusieurs années afin d'évaluer l'effet des variations climatiques interannuelles sur les performances laitières et la composition du lait.

Références bibliographiques

- Allen, M. S. (2000).** Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83, 1598–1624.
- Anger, J. C., Loncke, C., Omphalius, C., Boutinaud, M., Guinard-Flament, J., Lapierre, H., & Lemosquet, S. (2024).** Synthesis of milk components involves different mammary metabolism adaptations in response to net energy and protein supplies in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107, 2883–2899. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23826>
- Bauman, D. E., & Currie, W. B. (2011).** Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, 63, 1514–1529.
- Bauman, D. E., Mather, I. H., Wall, R. J., & Lock, A. L. (2006).** Major advances associated with the biosynthesis of milk. *Journal of Dairy Science*, 89, 1235–1243.
- Beauchemin, K. A., Ungerfeld, E. M., Eckard, R. J., & Wang, M. (2020).** Review: fifty years of research on rumen methanogenesis. *Animal*, 14(S1), s2–s16.
- Bednarski, M., & Kupczyński, R. (2024).** Factors affecting milk productivity, milk quality and dairy cow health. *Animals*, 14, 3707. <https://doi.org/10.3390/ani14243707>
- Benoit, A. C., Dos Santos Neto, J. M., & Lock, A. L. (2024).** Mammary gland responses to altering the supply of de novo fatty acid substrates and preformed fatty acids. *Journal of Dairy Science*, 107, 10653–10666.
- Bernabucci, U., Biffani, S., Buggiotti, L., Vitali, A., Lacetera, N., & Nardone, A. (2014).** The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 97, 471–486.
- Bernabucci, U., et al. (2015).** Metabolic responses of dairy cows to heat stress. *Animal*, 4, 1167–1183.
- Berry, D. P., Friggens, N. C., Lucy, M., & Roche, J. R. (2015).** Milk production and fertility in dairy cows. *Animal*, 9, 154–165.
- 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), 567–574.
- Capuco, A. V., & Akers, R. M. (2010).** Management and environmental influences on mammary gland development and milk production. *Journal of Animal Science*, 88, E1–E9.

Références Bibliographiques

- Chase, L. E., & Fortina, R. (2023).** Environmental and economic responses to precision feed management in dairy cattle diets. *Agriculture*, 13, 1032.
- Chen, L., Thorup, V. M., Kudahl, A. B., & Østergaard, S. (2024).** Effects of heat stress on feed intake, milk yield, milk composition, and feed efficiency in dairy cows: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 107(5), 3207–3218.
- Costa, A., Lopez-Villalobos, N., Sneddon, N. W., Shalloo, L., & Franzoi, M. (2022).** Seasonal variation in milk yield and milk composition. *Animals*, 12, 1864.
- Dewhurst, R. J., et al. (2006).** Nutritive value of forage legumes used for grazing. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 45, 187–205.
- Du, C., et al. (2024).** Milk metabolite profiling of dairy cows as influenced by mastitis. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1475397.
- Duplessis, M., & Royer, I. (2023).** Trace mineral feeding practices in dairy cows. *Frontiers in Animal Science*.
- Fiorillo, V., & Amico, B. M. (2024).** Milk quality and economic sustainability in dairy farming: a systematic review of performance indicators. *Dairy*, 5, 384–402.
- Friggens, N. C., Disenhaus, C., & Petit, H. V. (2017).** Nutritional sub-fertility in dairy cows: review. *Animal*, 11, 1040–1047.
- Gao, S. T., Guo, J., Quan, S. Y., et al. (2017).** The effects of heat stress on protein metabolism in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100, 5040–5049.
- Geiger, A. J., et al. (2023).** Dairy cow physiology and production limits. *Animal Frontiers*, 13(3).
- Gross, J. J. (2022).** Limiting factors for milk production in dairy cows: perspectives from physiology and nutrition. *Journal of Animal Science*, 100, skac044. <https://doi.org/10.1093/jas/skac044>
- Gross, J. J., & Bruckmaier, R. M. (2019).** Review: metabolic challenges in transition dairy cows. *Animal*, 13, s284–s295.
- Hristov, A. N., Bannink, A., Crompton, L. A., et al. (2019).** Nitrogen in dairy nutrition. *Journal of Dairy Science*, 102, 1–29.
- Hristov, A. N., et al. (2023).** Nutrition, feed efficiency and environmental sustainability in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*.
- Imperiale, S., Morozova, K., Ferrentino, G., et al. (2023).** Analysis of milk with liquid chromatography–mass spectrometry: a review.⁵⁹ *European Food Research and Technology*, 249, 861–902.

Références Bibliographiques

- Ingvartsen, K. L., & Moyes, K. M. (2013).** Nutrition, immune function and health of dairy cattle. *Animal*, 7, 112–122.
- Jalal, H., et al. (2023).** Potential of fruits and vegetable by-products as alternative feed source. *Agriculture*, 13, 286.
- Karoui, R., & Bouaicha, I. (2024).** A review on nutritional quality of animal and plant-based milk alternatives: a focus on protein. *Frontiers in Nutrition*, 11.
- Lapierre, H., Lobley, G. E., Doepel, L., et al. (2018).** Protein metabolism in dairy cows. *Animal*, 12, s154–s165.
- Moore, S. S., et al. (2023).** How animal milk and plant-based alternatives diverge in terms of fatty acid, amino acid and mineral composition. *npj Science of Food*, 7, 50.
- Morales, A. G., et al. (2024).** Pasture inclusion and ration formulation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*.
- Muck, R. E., et al. (2023).** Rumen modifiers in today's dairy rations. *Journal of Dairy Science*.
- Murphy, J., et al. (2024).** Effects of multispecies pasture diet on milk composition. *Journal of Dairy Science*.
- Nahar, T. N., et al. (2021).** Seasonal effects on milk composition. *Veterinary World*, 14, 1985–1992.
- NASEM. (2021).** *Nutrient requirements of dairy cattle* (8th rev. ed.). National Academies Press, Washington, DC.
- NRC. (2021).** *Nutrient requirements of dairy cattle*. National Academies Press, Washington, DC.
- O'Brien, D., et al. (2023).** Seasonal pasture-based feeding systems and milk composition. *Journal of Dairy Science*.
- Ouellet, V., Cabrera, V. E., Fadul-Pacheco, L., & Charbonneau, É. (2023).** Heat stress and dairy cattle performance. *Animals*, 13, 1105.
- Plaizier, J. C., Danesh Mesgaran, M., Derakhshani, H., et al. (2018).** Review of subacute ruminal acidosis. *Journal of Dairy Science*, 101, 872–888.
- Plaizier, J. C., et al. (2023).** Rumen health and feeding management in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*.

Références Bibliographiques

- Polsky, L., & von Keyserlingk, M. A. G. (2017).** Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science*, 100, 8645–8657.
- Qin, D., et al. (2025).** Synergy between genetics and nutrition: a systematic review of factors affecting performance in dairy cows. *Frontiers in Animal Science*.
- Rainard, P., & Foucras, G. (2018).** Host defense mechanisms against mastitis pathogens. *Veterinary Research*, 49, 125.
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J., & Berry, D. P. (2013).** Body condition score and its association with dairy cow productivity. *Journal of Dairy Science*, 96, 5811–5827.
- Ruegg, P. L. (2017).** A 100-year review: mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10381–10397.
- Sadovnikova, A., Garcia, S. G., & Hovey, R. H. (2021).** Cell biology, biochemistry and genetics of lactose synthesis. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, (2), 181–196.
- Salama, A. A. K., et al. (2023).** Heat stress and nutritional strategies in dairy cows. *Animals*.
- Salfer, J. A., Morelli, M. C., Ying, Y., Allen, M. S., & Harvatine, K. J. (2019).** Milk fat depression and dietary effects. *Journal of Dairy Science*, 102, 765–780.
- Shingfield, K. J., Bonnet, M., & Scollan, N. D. (2013).** Recent developments in altering milk fatty acid composition. *Animal*, 7, 132–162.
- Sterk, A., Johansson, B. E. O., Taweel, H. Z., Murphy, M., Van Vuuren, A. M., & Hendriks, W. H. (2012).** Effects of forage quality on milk fat depression. *Animal Feed Science and Technology*, 173, 26–34.
- Summer, A., Lora, I., Formaggioni, P., & Gottardo, F. (2019).** Impact of season on milk quality. *Italian Journal of Animal Science*, 18, 1220–1228.
- Timkovičová Lacková, P., et al. (2023).** Evaluation of nutrition according to milk metabolites and components in seasonal dependence in dairy cows. *Folia Veterinaria*, 67(3).
- Timlin, M., et al. (2021).** The impact of seasonality in pasture-based production systems on milk composition and functionality. *Foods*.
- Tirfie, F. W. (2023).** A review of genetic and non-genetic parameter estimates for milk composition of cattle. *Animal and Veterinary Sciences*, 11(3), 64–70.
<https://doi.org/10.11648/j.av.s.20231103.12>

Références Bibliographiques

- Trevisi, E., Amadori, M., Cogrossi, S., Razzuoli, E., & Bertoni, G. (2012).** Metabolic stress and inflammatory response in high-yielding, periparturient dairy cows. *Research in Veterinary Science*, 93, 695–704.
- Van de Haar, M. J., & St-Pierre, N. (2021).** Major advances in nutrition of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 104, 10074–10089.
- West, J. W. (2003).** Effects of heat stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86, 2131–2144.
- White, H. M., Carvalho, E. R., Kandel, P. B., et al. (2017).** Milk protein synthesis and nutrient supply in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100, 3611–3624



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تيسمسيلت

معهد علوم الطبيعة والحياة

تخصص: إنتاج حيواني

عنوان المشروع

مشروع لنيل شهادة مؤسسة ناشئة في إطار القرار الوزاري 1275

مكتب استشارة فلاحية متخصص

دراسة تقنية-اقتصادية لتكييف الحصص الغذائية الموسمية
لتحسين الإنتاج والمردودية الحليبية لدى مربّي الأبقار الحلوب

économique de l'adaptation saisonnière-Étude technico
des rations alimentaires pour optimiser la production et la rentabilité
laitière

السنة الجامعية

2026 - 2025

فهرس المحتويات

03.....	بطاقة معلومات.....
05.....	المحور الأول: تقديم المشروع.....
09.....	المحور الثاني: الجوانب الابتكارية.....
10.....	المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق.....
13.....	المحور الرابع: خطة الإنتاج وتنظيم العمل.....
15.....	المحور الخامس: الخطة المالية.....
17.....	المحور السادس: النموذج الأولي التجريبي.....
.....	الملاحق.....

1. فريق الإشراف

الاسم واللقب	الصفة
د. فناوي محمد	المشرف الرئيسي
بن عقروبة سفيان	مساعد المشرف

2. فريق العمل

المعهد / الكلية	التخصص	الطالب(ة)
معهد علوم الطبيعة والحياة	إنتاج حيواني	قودياح بثينة
معهد علوم الطبيعة والحياة	إنتاج حيواني	قودياح سعاد

3. فكرة المشروع باختصار

مكتب استشارة فلاحية متخصص يقدم خدمة تقنية-اقتصادية لمربي الأبقار الحلوب، تتمثل في تشخيص ميداني للقطيع والموارد العلفية المتاحة، وإعداد حصص غذائية متوازنة ومكيفة مع فصول السنة (الصيف، الشتاء، فترات الجفاف والوفرة)، مع دراسة اقتصادية مقارنة بين تكلفة العلف والعائد الحليبي، بهدف رفع المردودية وتقليل الهدر في الأعلاف.

المحور الأول : تقديم المشروع

المحور الثاني : الجوانب الابتكارية

المحور الثالث : التحليل الاستراتيجي للسوق

المحور الرابع : خطة الإنتاج وتنظيم العمل

المحور الخامس : الخطة المالية

المحور السادس : النموذج الأولي التجريبي

الملاحق : نموذج العمل التجاري BMC

(1) فكرة المشروع

يهدف المشروع إلى إنشاء مكتب استشارة فلاحية متخصص في التغذية الحيوانية، يقدم خدمة دراسة تقنية-اقتصادية لتكثيف الحصص الغذائية الموسمية لدى مربي الأبقار الحلوب، بغاية تحسين كمية ونوعية الإنتاج الحليبي وتعظيم المردودية الاقتصادية للمزرعة. ويأتي هذا المشروع كحل عملي لمشكلة شائعة يعاني منها الفلاحون، وهي اعتماد حصص غذائية ثابتة طيلة السنة رغم تغير توفر الأعلاف وحاجيات القطيع الفيزيولوجية بين الفصول، مما ينعكس سلباً على كمية الحليب وعلى تكلفة الإنتاج.

(2) مجال النشاط الذي سنعمل فيه

تتمثل أنشطة المكتب في تشخيص ميداني لمزارع الأبقار الحلوب (حالة القطيع، الموارد العلفية المحلية، السجل الإنتاجي)، تحليل القيمة الغذائية للأعلاف المتوفرة، إعداد حصص غذائية موسمية محسوبة علمياً حسب المرحلة الفيزيولوجية (حلابة، جفاف، حمل)، إجراء دراسة تقنية-اقتصادية توازن بين تكلفة العلف والعائد الحليبي، إضافة إلى المتابعة الدورية وتقديم تقارير أداء وتوصيات تصحيحية للفلاح.

(3) بداية فكرة المشروع وتطورها

جاءت فكرة المشروع نتيجة ملاحظة ميدانية لواقع تربية الأبقار الحلوب في منطقة تيسمسيلت والمناطق المجاورة، حيث لوحظ أن أغلب المربين يعتمدون حصصاً غذائية غير مدروسة أو ثابتة لا تراعي التغيرات الموسمية في توفر وجودة الأعلاف (الجفاف الصيفي، شح الأعلاف الخضراء، ارتفاع أسعار المركزات)، ما يؤدي إلى تذبذب واضح في الإنتاج الحليبي وارتفاع غير مبرر في التكاليف. وبعد الاطلاع على الأسس العلمية لتكوين الحصص الغذائية (رانسيونات التغذية) ومبادئ التحليل التقني-الاقتصادي، تبلورت الفكرة كخدمة استشارية متخصصة تجمع بين الجانب العلمي (تغذية الحيوان) والجانب الاقتصادي (تحسين المردودية).

(4) ما الذي سنقوم به

- تشخيص ميداني شامل لمزرعة الحليب (القطيع، المرباط، الموارد العلفية المتاحة).
- تحليل القيمة الغذائية للأعلاف المحلية (تبن، برسيم، سيلاج، مركزات).
- إعداد حصص غذائية موسمية مضبوطة حسب فصل السنة والمرحلة الفيزيولوجية للحيوان.
- دراسة تقنية-اقتصادية مقارنة بين تكلفة الحصص الغذائية والعائد المتوقع من الحليب.
- متابعة دورية للقطيع وتقييم النتائج (كمية الحليب، نسبة الدهن والبروتين).

- تكوين وإرشاد الفلاحين حول أساسيات التغذية الموسمية عبر ورشات ومطويات.
- تطوير أداة رقمية (تطبيق/جدول حساب) لتسهيل حساب الحصص وتتبع البيانات.

5) كيف سنقوم بذلك

- أولاً: إبرام اتفاقيات مع التعاونيات الفلاحية ومربي الأبقار الحلوب لتحديد المزارع المستهدفة.
- ثانياً: القيام بزيارات ميدانية لأخذ العينات (أعلاف، حليب) وجمع بيانات القطيع.
- ثالثاً: تحليل العينات وحساب الحصص الغذائية باستخدام برمجيات ومعايير علمية معتمدة (وحدات غذائية، بروتين، طاقة).
- رابعاً: تسليم تقرير تقني-اقتصادي للفلاح يتضمن الحصة الموصى بها والتكلفة المقدرة والعائد المتوقع.
- خامساً: متابعة دورية (شهرية/فصلية) لقياس أثر التوصيات على الإنتاج وتعديلها حسب الفصل.
- سادساً: تسويق الخدمة عبر التطبيق الرقمي، الزيارات الميدانية، والتعاون مع مصالح الفلاحة والتعاونيات.

6) أين يتم ذلك

سيتم تنفيذ المشروع انطلاقاً من مقر إداري بمدينة تيسمسيلت قريب من المناطق ذات الكثافة العالية لتربية الأبقار الحلوب، يضم مكاتب الاستقبال والإدارة ومخبر مصغّر لتحليل عينات الأعلاف، إضافة إلى تجهيزات النقل الميداني لأداء الزيارات. كما سيتم دعم النشاط الميداني بإطلاق تطبيق رقمي (Mobile App) يتيح للفلاحين متابعة توصيات الحصص الغذائية، تسجيل بيانات إنتاج الحليب، والتواصل المباشر مع فريق المكتب.

7) البيئة الرقمية والميدانية

أ. البيئة الرقمية

يعتمد المكتب على تطبيق إلكتروني يتيح للفلاح إدخال بيانات مزرعته (عدد الرؤوس، مرحلة الإنتاج، الأعلاف المتوفرة) والحصول على توصية الحصة الغذائية الموسمية المناسبة، إلى جانب متابعة النتائج ومؤشرات المردودية عبر لوحة تحكم بسيطة. كما يمكن استخدام منصات التواصل الاجتماعي للتوعية ونشر محتوى إرشادي حول التغذية الموسمية.

ب. البيئة الميدانية

تتمثل في المقر الفلاحي المخصص للمكتب، والذي يضم فضاءات استقبال الفلاحين، ومخبراً مصغراً لتحليل عينات الأعلاف، إضافة إلى شبكة علاقات ميدانية مع مربي الأبقار الحلوب والتعاونيات الفلاحية ومصالح الفلاحة، مما يضمن استمرارية النشاط وتوسّع قاعدة العملاء.

8) القيم المقترحة

- نطمح عبر مؤسستنا الناشئة إلى ترشيد استعمال الأعلاف وتقليل الهدر عبر حصص غذائية علمية مضبوطة.
- تحسين مردودية إنتاج الحليب كمًّا ونوعًا (نسبة الدهن والبروتين) لدى الفلاحين الشركاء.
- تقليل تكاليف التغذية غير المبررة عبر تكييف الحصص مع الموارد العلفية المحلية المتوفرة موسميًا.
- توفير خدمة استشارية رقمية وميدانية بجودة عالية وشفافية تامة في التوصيات.
- الالتزام بالابتكار المستمر وتبني أدوات علمية حديثة لتحسين الإنتاج الحيواني في إطار فلاحية مستدامة.

(9) فريق العمل

يتكوّن فريق العمل من: الطالبة قودياح بئينة والطالبة قودياح سعاد، تخصص إنتاج حيواني بمعهد علوم الطبيعة والحياة بجامعة تيسمسيلت، تحت إشراف الأستاذ د. فناوي محمد ومساعدة مساعد المشرف بن عقروبة سفيان، وتتوفر الطالبتان على معارف علمية في تغذية الحيوان والإنتاج الحيواني تخولهما تقديم خدمة استشارية موثوقة ومبنية على أسس علمية.

(10) أهداف المشروع

على المدى القريب

- إنشاء وحدة استشارة صغيرة وتجريب الخدمة مع عدد محدود من مربّي الأبقار الحلوب.
- إبرام اتفاقيات أولية مع تعاونيات فلاحية للوصول إلى قاعدة عملاء أولية.
- إعداد أول نماذج للحصص الغذائية الموسمية واختبار فعاليتها ميدانيًا.
- إطلاق تطبيق رقمي بسيط للتعريف بالخدمة والتواصل مع الفلاحين.

على المدى المتوسط

- توسيع قاعدة العملاء لتشمل عددًا أكبر من مربّي الأبقار الحلوب في الولاية والولايات المجاورة.
- تطوير جودة الخدمة وتحسين دقة الحصص الغذائية المقترحة عبر تحليلات مخبرية أدق.
- تحسين التطبيق الرقمي بإضافة خدمات المتابعة والإرشاد الآلي.

على المدى البعيد

- التحول إلى مؤسسة رائدة في الاستشارة الفلاحية المتخصصة في التغذية الحيوانية على المستوى الوطني.
- تنويع الخدمات لتشمل أنواعًا أخرى من المواشي (الأغنام، الأبقار اللاحمة).
- المساهمة في تحسين الأمن الغذائي الوطني من خلال رفع كفاءة الإنتاج الحليبي المحلي.

(11) الجدول الزمني للمشروع

المهام / الأشهر	1	2	3	4	5	6	7	8
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---

المهام / الأشهر	1	2	3	4	5	6	7	8
الدراسة الأولية واختيار مقر المشروع وتحضير الوثائق	X	X	X					
شراء التجهيزات وتهيئة المقر			X	X				
تركيب الأجهزة وتجهيز المخبر المصغر				X	X			
إطلاق التطبيق الرقمي والإعلان عن بداية النشاط					X			
البث التجريبي للخدمة مع مزارع نموذجية						X		
الافتتاح الرسمي للعمل ومزاولة النشاط							X	X

النواحي القانونية لفكرة المشروع المقترحة

لا توجد أية عوائق قانونية لترخيص المشروع، خاصة مع توجه الدولة لدعم المؤسسات الناشئة (Startup) في مجال الخدمات الفلاحية والاستشارية. وسيعمل المشروع على استخراج علامة "مؤسسة ناشئة" (Label) لتعزيز الهوية القانونية والسوقية للمشروع المبتكر في مجال الاستشارة الفلاحية المتخصصة.

1) طبيعة الابتكارات

أ. الابتكار في المحتوى والمعرفة

يعتمد المشروع على توظيف المعرفة العلمية في تغذية الحيوان (حساب الوحدات الغذائية، البروتين، الطاقة) وربطها بدراسة اقتصادية دقيقة لتكلفة الحصة وعائدها، وهو ما يجعل الخدمة تتجاوز الاستشارة الفلاحية التقليدية إلى نموذج علمي-اقتصادي متكامل قائم على البيانات.

ب. الابتكار في النموذج التشغيلي

يقوم النموذج على الجمع بين الزيارة الميدانية (أخذ العينات والتشخيص) والأداة الرقمية (حساب الحصص، المتابعة، لوحة التحكم)، بما يوفر خدمة استشارية مستمرة وليست عملية بيع لمرة واحدة، ويربط الفلاح بفريق متابعة دائم عبر التطبيق.

2) مجالات الابتكار

أ. الابتكار في تقديم حلول موسمية مخصصة

ينتقل المشروع من نموذج "حصة غذائية واحدة للجميع" إلى نموذج "حصص موسمية مخصصة" تراعي فصل السنة، المرحلة الفيزيولوجية للحيوان، والموارد العلفية المحلية المتاحة لكل مزرعة، مما يرفع من دقة التوصية وفعاليتها الاقتصادية.

ب. الابتكار في آليات التواصل والمتابعة

يعتمد المشروع على نظام تواصل متعدد القنوات يجمع بين التطبيق الرقمي والزيارات الميدانية ووسائل التواصل الاجتماعي، بهدف بناء علاقة مستمرة مع الفلاح تتيح تعديل التوصيات فوراً عند تغير الظروف المناخية أو توفر الأعلاف.

ج. الابتكار في الشراكات

- التعاونيات الفلاحية ومربو الأبقار الحلوب: كمصدر رئيسي للعملاء والبيانات الميدانية.
- مصالح الفلاحة والمخابر: لدعم الجودة والمصداقية العلمية للتحاليل.
- محلات ومزودو مستلزمات التغذية الحيوانية: لتسهيل توفير الأعلاف الموصى بها.

1) عرض القطاع السوق

يشهد قطاع تربية الأبقار الحلوب في الجزائر اهتمامًا متزايدًا نتيجة التوجه نحو تعزيز الإنتاج الوطني للحليب وتقليل الاستيراد. ومع تذبذب أسعار الأعلاف وتأثير التغيرات المناخية (الجفاف الصيفي) على توفرها، تتزايد الحاجة إلى حلول تقنية-اقتصادية تساعد الفلاحين على ترشيد التغذية والحفاظ على مردودية مستقرة.

السوق المحتمل

- مربو الأبقار الحلوب على المستوى المحلي والوطني.
- التعاونيات الفلاحية ومربو المواشي بصفة عامة.
- المؤسسات العمومية والخاصة المهتمة بدعم الإنتاج الحيواني واثمين الموارد العلفية.

السوق المستهدف

- مربو الأبقار الحلوب الصغار والمتوسطون في ولاية تيسمسيلت والولايات المجاورة.
- التعاونيات الفلاحية المحلية.
- المزارع النموذجية الراغبة في تحسين الإنتاج الحليبي وخفض التكاليف.

مبررات اختيار السوق المستهدف

- قرب الجغرافي يقلل تكاليف التنقل الميداني.
- وجود طلب حقيقي على تحسين مردودية الحليب وترشيد تكاليف التغذية.
- غياب شبه تام لخدمة استشارية متخصصة ومماثلة على المستوى المحلي.
- انسجام المشروع مع توجه الدولة نحو دعم الإنتاج الحيواني والأمن الغذائي.

2) قياس شدة المنافسة

كشفت دراستنا الميدانية عن غياب شبه تام لمكاتب استشارة متخصصة في التغذية الموسمية للأبقار الحلوب على مستوى ولاية تيسمسيلت، وندرة هذا النوع من الخدمات على المستوى الوطني، وهو ما يمنح المشروع فرصة الريادة كمؤسسة ناشئة (Startup) رائدة في هذا المجال.

المنافسون غير المباشرين

- مندوبو شركات الأعلاف والمركزات: يقدمون نصائح تجارية عامة غير مبنية على دراسة اقتصادية دقيقة لكل مزرعة.
- الخبرة الذاتية للفلاح: يعتمد بعض المربين على تجربتهم الشخصية في تحديد الحصص الغذائية، دون أساس علمي مضبوط.

- الأطباء البيطريون: يركزون أساسًا على الجانب الصحي أكثر من الجانب التقني-الاقتصادي للتغذية.

المنافسون المباشرين

لا يوجد حاليًا في السوق المحلي مكتب استشارة متخصص حصريًا في الدراسة التقنية-الاقتصادية لتكييف الحصص الغذائية الموسمية للأبقار الحلوب، مما يمنح المشروع ميزة الريادة والدخول المبكر إلى السوق.

(3) الاستراتيجيات التسويقية

- التسويق الرقمي: عبر تطبيق خاص بالمكتب وصفحات على مواقع التواصل الاجتماعي (فيسبوك، إنستغرام) لعرض الخدمة والتوعية الفلاحية.
- التوعية والإرشاد الفلاحي: عبر زيارات ميدانية وورشات تكوينية حول أهمية التغذية الموسمية.
- التسويق بالعلاقات المباشرة: بناء علاقات مع التعاونيات الفلاحية وتقديم استشارة تجريبية مجانية لإقناع الفلاحين بجودة الخدمة.
- سياسة سعرية تنافسية: تسعيرة مرنة حسب حجم القطيع مع تخفيضات للمزارع الشريكة على المدى الطويل.
- التسويق عبر التجربة (Before/After): عرض نتائج تحسّن الإنتاج الحليبي قبل وبعد تطبيق التوصيات لكسب ثقة الفلاحين.

(4) مصفوفة أنسوف (soffAn) للتحليل الاستراتيجي

أسواق جديدة	أسواق حالية	
تطوير السوق: التوسع نحو ولايات جديدة (تيارت، المدية، عين الدفلى) بالاعتماد على التطبيق الرقمي للوصول إلى فلاحين جدد.	اختراق السوق: تعزيز الحصة السوقية داخل تيسمسيلت عبر البيع المباشر والعروض التحفيزية والاستشارة التجريبية المجانية.	خدمات حالية
التنوع: إدخال خدمات جديدة (تحليل الحليب، استشارة تغذية مواشي أخرى) والتوسع خارج الولاية.	تطوير الخدمة: تحسين دقة الحصص وإضافة خدمات جديدة كتحميل التربة والأعلاف داخل التطبيق.	خدمات جديدة

(5) نقاط القوة والضعف للمنافسين

نقاط الضعف	نقاط القوة	الجهة
نصائح تجارية غير محايدة، تفتقر للدراسة الاقتصادية الدقيقة	توفر ميداني وسهولة الوصول للفلاح	مندوبو شركات الأعلاف
تفتقر للدقة العلمية وتتأثر بتغير الفصول دون تعديل	منخفضة التكلفة، مبنية على معرفة محلية	الخبرة الذاتية للفلاح

نقاط الضعف	نقاط القوة	الجهة
التركيز على الجانب الصحي وليس الاقتصادي للتغذية	ثقة الفلاح ومصادقية علمية	الأطباء البيطريون

المحور الرابع: خطة الإنتاج وتنظيم العمل

(1) عملية تقديم الخدمة

تعتمد خدمة المكتب على تسلسل محدد من المراحل لضمان جودة ودقة التوصيات المقدمة للفلاح، بدءًا من التشخيص الميداني وصولاً إلى المتابعة الدورية:

الوصف	المرحلة
زيارة المزرعة، جرد القطيع وتحديد المرحلة الفيزيولوجية لكل حيوان، وجرد الموارد العلفية المتاحة.	1. التشخيص الميداني
أخذ عينات من الأعلاف (تب، سيلاج، مركّزات) وتحليل قيمتها الغذائية (بروتين، طاقة، ألياف).	2. أخذ العينات والتحليل
إعداد الحصص المتوازنة حسب الفصل والمرحلة الفيزيولوجية باستخدام معايير علمية معتمدة.	3. حساب الحصص الغذائية الموسمية
مقارنة تكلفة الحصص المقترحة بالعائد المتوقع من الحليب، واقتراح البدائل الأقل تكلفة والأعلى مردودية.	4. الدراسة التقنية-الاقتصادية
تسليم الفلاح تقريرًا مفصلاً يتضمن الحصص الموصى بها، التكلفة، والعائد المتوقع.	5. تسليم التقرير والتوصيات
زيارات متابعة شهرية/فصلية لقياس أثر التوصيات وتعديلها حسب تغيّر الفصل أو توفر الأعلاف.	6. المتابعة الدورية

(2) تنظيم المهام والفرق

- قسم الدراسات والتحليل: مسؤول عن التشخيص الميداني، تحليل الأعلاف، وإعداد الحصص الغذائية الموسمية.
- قسم الدراسة الاقتصادية والتسيير: يتكفل بالدراسة التقنية-الاقتصادية، التسعير، والتسيير الإداري والمالي للمكتب.
- قسم التسويق والعلاقات مع الفلاحين: يهتم بالتعريف بالخدمة، بناء الشراكات مع التعاونيات، وإدارة التطبيق الرقمي.
- قسم الدعم الميداني والمتابعة: يتابع تنفيذ التوصيات لدى الفلاحين ويجمع بيانات الأداء (كمية الحليب، نسبة الدهن والبروتين).

(3) إدارة الموارد

الموارد البشرية

يتكون فريق العمل الأساسي من مسير تجاري ومهندس في الفلاحة (تغذية/إنتاج حيواني)، مع إمكانية الاستعانة بخبراء إضافيين حسب الحاجة وتوسع النشاط.

الموارد التقنية

تطبيق إلكتروني لحساب الحصص ومتابعة العملاء، حواسيب وبرمجيات لتحليل البيانات، وعتاد ميداني لأخذ العينات وقياس مؤشرات الحليب.

الموارد المادية

مقر إداري مجهز بمكاتب استقبال وإدارة، وسيلة نقل للتنقلات الميدانية، وتجهيزات مكتبية أساسية.

4) قياس الأداء والجودة

يتم قياس الأداء عبر متابعة مؤشرات دقيقة، أبرزها: تطور كمية الحليب المنتج، نسبة الدهن والبروتين في الحليب، مدى رضا الفلاحين عن التوصيات، وسرعة الاستجابة للطلبات عبر التطبيق. كما تُجرى مراجعة دورية لضمان مطابقة الحصص الغذائية المقترحة للمعايير العلمية المحدثة.

5) التخطيط المستقبلي

يسعى المكتب إلى التوسع نحو ولايات جديدة، وتطوير خدمات إضافية مثل تحليل جودة الحليب وتحليل التربة العلفية، إلى جانب تحسين التطبيق الرقمي بإضافة خدمات ذكية للمتابعة الآلية، وتعزيز الشراكات مع التعاونيات الفلاحية والمؤسسات البيطرية.

المحور الخامس: الخطة المالية

تم إعداد الخطة المالية للمشروع اعتمادًا على المعطيات الواردة في الملف المالي (قدياح)، وفق الآلية المعتمدة من طرف الحاضنة (رأس المال الشخصي 5%، تمويل وكالة NESDA بنسبة 25%، وقرض بنكي بنسبة 70%)، وفيما يلي تفصيل مختلف الجداول المالية للمشروع.

1) التكاليف الاستثمارية

المبلغ (دج)	البيان
90,000	مصاريف قابلة للتثبيت (سجل تجاري، حقوق تسجيل، تراخيص، تهيئة المقر، ديكور)
610,000	معدات مكتب (مكتب وكروسي المسير، حواسيب، طابعة، مبرد، مدفئة، خزانة، هاتف/فاكس، ثلاجة، قرطاسية، آلة قهوة...)
700,000	إجمالي التكاليف الاستثمارية

2) جدول الأجور الشهري والسنوي

الأجر الصافي الشهري	الضريبة 14%	الضمان الاجتماعي 9%	الأجر الخام الإجمالي	العدد	الأجر الخام الشهري	الوظيفة
101,738	16,562	11,700	130,000	1	130,000	مسير تجاري
101,738	16,562	11,700	130,000	1	130,000	مهندس فلاحية
203,476	33,124	23,400	260,000	2	260,000	المجموع الشهري

المجموع السنوي: الأجر الخام 3,120,000 دج — الضمان الاجتماعي 280,800 دج — الضريبة على المداخل

397,488 دج — الأجر الصافي السنوي 2,441,712 دج.

(3) جدول الإهلاك

بيان	القيمة الإجمالية	العمر الإنتاجي	نسبة الإهلاك	قسط الإهلاك السنوي
مصاريف قابلة للتثبيت	90,000	5 سنوات	20%	18,000
معدات مكتب	610,000	5 سنوات	20%	122,000
المجموع	700,000	/	ح/68	140,000

(4) التكاليف التشغيلية السنوية

المبلغ (دج)	البيان
47,000	ح/60 - مواد ولوازم مستهلكة (كهرباء وغاز، ماء، لوازم مكتبية، مواد تنظيف)
123,000	ح/61 - خدمات خارجية (كراء المقر، تأمين المقر)
121,000	ح/62 - خدمات خارجية أخرى (إشهار، أجور وسطاء، خدمات مصرفية، اشتراكات، انترنت وهاتف)
2,722,512	ح/63 - مصاريف المستخدمين (الأجر الصافي + الضمان الاجتماعي)
397,488	ح/64 - ضرائب ورسوم (الضريبة على مداخيل الأجور)
140,000	ح/68 - مخصصات الإهلاك
3,551,000	إجمالي التكاليف التشغيلية السنوية
887,750	إجمالي التكاليف التشغيلية الفصلية (المجموع السنوي ÷ 4)

(5) الإيرادات السنوية المتوقعة

السعر الإجمالي (دج)	السعر الوحدوي (دج)	العدد المباع سنوياً	المنتج (الخدمة)
5,000,000	5,000	1,000	خدمة الاستشارة التقنية-الاقتصادية (دراسة الحصة الغذائية الموسمية للمزرعة)
5,000,000			المجموع

تمثل الوحدة المباعة عقد اشتراك/استشارة سنوية أو فصلية لمتابعة مزرعة واحدة، بسعر متوسط قدره 5,000 دج للوحدة، بما يجعل رقم الأعمال السنوي المتوقع في حدود 5,000,000 دج بناءً على استهداف حوالي 1,000 خدمة/متابعة سنوياً.

(6) الميزانية التأسيسية (الأصول)

المبلغ (دج)	الأصول
90,000	تثبيات معنوية (مصاريف قابلة للتثبيات)
610,000	تثبيات عينية (معدات مكتب)
700,000	مجموع الأصول غير الجارية
887,750	أصول جارية (رصيد البنك)
887,750	مجموع الأصول الجارية
1,587,750	المجموع العام للأصول

(7) الميزانية التأسيسية (الخصوم)

النسبة	المبلغ (دج)	الخصوم
5%	79,387.5	رأس المال المصدر (مساهمة شخصية)
25%	396,937.5	تمويل وكالة NESDA
70%	1,111,425	قرض بنكي
100%	1,587,750	المجموع العام للخصوم

(8) جدول حساب النتائج

المبلغ (دج)	البيان
5,000,000	رقم الأعمال
291,000	استهلاك السنة المالية (ح/60 + ح/61 + ح/62)

المبلغ (دج)	البيان
4,709,000	القيمة المضافة للاستغلال
2,722,512	مصاريف المستخدمين (ح/63)
397,488	ضرائب ورسوم (ح/64)
1,589,000	إجمالي فائض الاستغلال
140,000	مخصصات الإهلاكات (ح/68)
1,449,000	النتيجة التشغيلية
0	النتيجة المالية
1,449,000	النتيجة الصافية للسنة المالية

(9) الميزانية الختامية (الأصول) - نهاية السنة الأولى

الصافي	الإهلاك	الإجمالي	الأصول
72,000	18,000	90,000	تثبيتات معنوية
488,000	122,000	610,000	تثبيتات عينية (معدات مكتب)
560,000	140,000	700,000	مجموع الأصول غير الجارية

(10) قراءة تحليلية للنتائج المالية

- يحقق المشروع نتيجة صافية إيجابية منذ السنة الأولى تقدّر بـ 1,449,000 دج، وهو مؤشر جيد على جدوى المشروع المالية.
- تمثل مصاريف المستخدمين (الأجور) العبء الأكبر ضمن التكاليف التشغيلية، وهو أمر منطقي لخدمة استشارية قائمة على الكفاءة البشرية (مهندس فلاح + مسير تجاري).
- هامش الربح التشغيلي (النتيجة التشغيلية) يمثل نحو 29% من رقم الأعمال، ما يعكس نموذج أعمال ذا تكاليف تشغيلية مضبوطة نسبياً مقارنة بالإيراد.
- التمويل يعتمد بشكل أساسي على القرض البنكي (70%) ودعم وكالة NESDA (25%)، إلى جانب مساهمة شخصية بنسبة 5%، وفق آلية دعم المؤسسات الناشئة.

في إطار البحث عن حلول عملية لتحسين مردودية إنتاج الحليب، يهدف هذا المشروع إلى تطوير نموذج أولي (Prototype) لخدمة الاستشارة الفلاحية المتخصصة في التغذية الموسمية، يجمع بين الجانب الميداني (التشخيص وأخذ العينات) والجانب الرقمي (تطبيق حساب الحصص والمتابعة)، ويُعدّ هذا النموذج خطوة أولى لتقييم جدوى المشروع قبل التوسع في تقديم الخدمة على نطاق أوسع.

1. الجانب العملي: خطوات إطلاق الخدمة

- دراسة واختيار المقر المثالي للمكتب: قريب من مناطق تربية الأبقار الحلوب، وبنية تحتية مناسبة (طرق، كهرباء، اتصال بالإنترنت).
- تجهيز المقر الإداري ومخبر مصغّر لتحليل عينات الأعلاف الأساسية.
- تجهيز الموارد الرقمية: تطوير التطبيق الإلكتروني وربطه بقاعدة بيانات الفلاحين والمزارع.
- توريد وسيلة النقل الميداني وعتاد أخذ العينات وقياس مؤشرات الحليب.
- التشغيل الفعلي التجريبي: بدء تقديم الخدمة لعدد محدود من المزارع النموذجية لاختبار دقة التوصيات وفعاليتها.

2. الجانب التسويقي: التطبيق الرقمي للمكتب

يوفر التطبيق الرقمي واجهة تسجيل دخول تُمكن الفلاح من إنشاء حساب شخصي بسهولة وأمان، من خلال إدخال الاسم الكامل، البريد الإلكتروني، وكلمة مرور، ثم الانتقال إلى الصفحة الرئيسية التي تعرض خدمات المكتب.

الصفحة الرئيسية

تُعدّ الواجهة الرئيسية نقطة الانطلاق للمستخدم، حيث تتضمن عرضاً لخدمات المكتب الرئيسية: طلب استشارة تقنية-اقتصادية، الاطلاع على الحصص الغذائية الموسمية الموصى بها، ومتابعة مؤشرات أداء القطيع (كمية الحليب، نسبة الدهن والبروتين)، إلى جانب محتوى توعوي حول أهمية التغذية الموسمية المتوازنة.

صفحة الخدمات

تعرض هذه الصفحة قائمة الخدمات المقدمة من المكتب (تشخيص ميداني، دراسة تقنية-اقتصادية، متابعة دورية)، مع وصف مختصر لكل خدمة، السعر التقديري، وإمكانية حجز موعد للزيارة الميدانية مباشرة عبر التطبيق.

صفحة المتابعة

تمكّن الفلاح من تسجيل بيانات إنتاج الحليب اليومي أو الأسبوعي، ومقارنة النتائج قبل وبعد تطبيق الحصة الغذائية الموصى بها، مما يعزز الشفافية ويبني الثقة بين المكتب والفلاح.

صفحة التواصل

تتيح للفلاحين التواصل المباشر مع فريق المكتب لطرح الاستفسارات أو طلب الدعم، عبر البريد الإلكتروني أو الهاتف أو نموذج تواصل داخل التطبيق، مع الحرص على الرد في أقرب وقت ممكن.

الملحق رقم 01: نموذج العمل التجاري BMC

شرائح العملاء	العلاقات مع العملاء	القيم المقترحة	الأنشطة الرئيسية	الشركاء الرئيسيون
مربو الأبقار الحلوب الصغار والمتوسطون - التعاونيات الفلاحية - المزارع النموذجية	التواصل المباشر مع الفلاحين - المتابعة الدورية - الإرشاد الفلاحي - التفاعل عبر التطبيق الرقمي	حصص غذائية موسمية مدروسة علميًا - تخفيض تكاليف التغذية - تحسين مردودية الحليب - متابعة رقمية مستمرة	التشخيص الميداني - تحليل الأعلاف - إعداد الحصص الموسمية - الدراسة الاقتصادية - المتابعة الدورية	التعاونيات الفلاحية - مربو الأبقار الحلوب - مصالح الفلاحة - مزودو الأعلاف

القنوات	الموارد الرئيسية
الزيارات الميدانية - التطبيق الرقمي - وسائل التواصل الاجتماعي - التعاونيات الفلاحية	فريق مهندسين في التغذية الحيوانية - التطبيق الرقمي - مخبر مصغر لتحليل الأعلاف - وسيلة نقل ميدانية

الدخل والإيرادات	هيكل التكاليف
بيع خدمات الاستشارة التقنية-الاقتصادية - عقود المتابعة الدورية - ورشات التكوين الفلاحي	الأجور والضمان الاجتماعي - كراء المقر - الإشهار والتسويق - صيانة وتحليل العينات - إهلاك المعدات