

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis
Mostaganem
Faculté des Sciences de la Nature
et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département des Sciences Alimentaires

Mémoire de fin d'études

Présenté par :

BENCHAA Latifa

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Sciences Alimentaires

Spécialité : Production et transformation laitière

THÈME

**Influence d'une complémentation alimentaire à base
de farine de noyaux de dattes sur la qualité des laits de vache
de race locale « Brune de l'Atlas : la Guelmoise ».**

Soutenu publiquement le 23/06/2025

Devant les membres du jury

Présidente	Dr TAHLAITI Hafida	Maître de conférences A	U. Mostaganem
Examinatrice	Dr ALACHAHER Fatima Zohra	Maître de conférences B	U. Mostaganem
Encadreur	Dr. DAHOU Abdelkader El Amine	Maître de conférences A	U. Mostaganem

Travail réalisé au Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

Année universitaire 2024-2025

Remerciements

Avant tout, je remercie "Allah" le tout puissant qui m'a accordé le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail.

J'exprime toute ma reconnaissance et mon plus grand respect à « Dr. DAHOU Abdelkader El Amine » pour son encadrement, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion, développer mes connaissances et à réaliser ce modeste travail.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique du parcours production et transformation laitière, du département des sciences alimentaires, de la faculté des sciences de la nature et de la vie, de l'université Abdelhamid IBN BADIS de Mostaganem.

Mes remerciements s'adressent aux membres du jury, à Dr TAHLAITI Hafida, présidente de m'avoir honoré pour présider ce jury et à Dr ALACHAHER Fatima Zohra, examinatrice, d'avoir porté son intérêt au travail et accepté d'évaluer mon mémoire.

Je tiens aussi à remercier le Directeur du laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale « STPA », Dr DAHOU Abdelkader El Amine, d'avoir mis à ma disposition tout ce dont j'avais besoin au cours de mon stage. Mes remerciements vont également au personnel du laboratoire pour leur aide et leurs conseils. Aux doctorants et surtout à l'ingénieur du laboratoire, M BENHARRAT Nouredine.

Finalement, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire. A vous tous, un grand Merci

BENCHAA Latifa

Dédicace

A l'aide de "Allah" le tout puissant, qui nous a tracé le chemin de notre vie,

Je dédie ce modeste travail

À mon père et à ma mère,

qui ont été mon pilier, mon refuge,

ceux qui ont cru en moi et en mes capacités sans jamais faillir.

À ma sœur soumia et à mes frères Abdelhak Fouad et Aïssa,

et tout particulièrement à Abdelhak,

dont le soutien inlassable et les encouragements.

À mes ami(e)s

À ma chère promotion,

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à

l'élaboration de ce mémoire.

Je vous dédie ce travail,

avec toute ma reconnaissance, mon respect et mon affection.

Résumé

L'objectif de l'étude était d'évaluer l'effet d'une complémentation stratégique à base de noyau de dattes valorisant les ressources localement disponibles, durant la lactation des vaches de race locale « Brune de l'atlas », sur la qualité laitière et l'aptitude des laits produits à la transformation. Le suivi de la qualité des laits s'est basé sur 03 critères, physico-chimiques, microbiologiques et fromageables. La caractérisation microbiologique des laits a permis d'orienter les laits produits vers la classe A des laits fromageables, avec une flore totale de l'ordre de $13 \cdot 10^4$ à 10^5 UFC/ml, une flore lactique diversifiée d'intérêt technologique avec une bonne aptitude à la fermentation et à la coagulation lactique. Les éléments fonctionnels des laits (protéines totales, matière grasse, lactose et matière minérale) sont conformes aux normes IDF d'un lait fromager. Les rendements fromagers obtenus d'un caillé frais lactique sont significativement améliorés par rapport aux laits témoins, 26 à 39% contre 20 à 30%. La complémentation alimentaire apportée à la ration alimentaire des vaches de race locale, a permis non seulement une amélioration de la qualité microbiologique, en flore d'intérêt des laits produits, mais aussi une amélioration de l'aptitude des laits à la transformation fromagère grâce à une meilleure disponibilité des éléments fonctionnels dans les laits. La valorisation des ressources naturelles dont le noyau de dattes en alimentation animale va permettre d'une part d'améliorer les performances en production du cheptel laitier local et d'autre part d'améliorer et de préserver la typicité des produits laitiers locaux.

Mots clés : Vaches de race locale, complémentation, qualité des laits, aptitude à la transformation

Abstract

The aim of the study was to evaluate the effect of strategic supplementation with date kernels, using locally available resources, during lactation of cows of the local breed "Brune de l'Atlas", on milk quality and the suitability of the milk produced for processing. Milk quality monitoring was based on 03 criteria: physico-chemical, microbiological and cheesability. The microbiological characterization of the milks enabled us to classify them as class A cheeseable, with a total flora of around $13 \cdot 10^4$ to 10^5 CFU/ml, a diversified lactic flora of technological interest, and a good aptitude for fermentation and lactic coagulation. The functional elements of the milks (total protein, fat, lactose and mineral matter) meet IDF standards for cheese-making milk. Cheese yields obtained from fresh lactic curd are

significantly improved compared with control milks, 26 to 39% versus 20 to 30%. Supplementing the feed ration of local cows has not only improved the microbiological quality of the flora of interest in the milk produced, but has also improved the milk's suitability for cheese processing, thanks to the improved availability of functional elements in the milk. The valorization of natural resources, including date kernels in animal feed, will help to improve the production performance of local dairy herds and to improve and preserve the typicality of local dairy products.

Key words: Local cows, dairy supplementation, milk quality, processing capability

ملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير المكملات الغذائية الاستراتيجية بنواة التمر، باستخدام الموارد المتاحة محلياً، أثناء إنتاج الحليب عند الأبقار من السلالة المحلية "برون دي لا أطلس"، على جودة الحليب وصلاحيته الحليب المنتج للتحويل. استندت مراقبة جودة الحليب على 03 معايير: الفيزيائية والكيميائية والمكروبيولوجية وقابلية تحويل الحليب الى احيان. مكن التوصيف الميكروبيولوجي للحليب من تصنيف الحليب المنتج على أنه حليب قابل للتجبن من الفئة A ، مع وجود فئة إجمالية تتراوح بين 10^4 إلى 10^5 وحدة من البكتيريا اللبنية/مل تقريباً، وهي فلورا لبنية متنوعة ذات أهمية تكنولوجية مع قابلية جيدة للتخمر والتخثر اللبني. تتوافق العناصر الوظيفية للحليب (البروتين الكلي والدهون واللاكتوز والمواد المعدنية) مع معايير الاتحاد الدولي للحليب القابل للتجبن. مع هذه الجودة اللبنية تم تحسين إنتاجية الجبن بشكل كبير مقارنةً بالحليب الضابط، وذلك من 26 إلى 39% مقارنةً بـ 20 إلى 30%. لم يؤد تكميل الحصة العلفية للأبقار المحلية إلى تحسين الجودة الميكروبيولوجية للبكتيريا اللبنية ذات الأهمية في الحليب المنتج فحسب، بل أدى أيضاً إلى تحسين ملاءمة الحليب لصناعة الجبن بفضل تحسين توافر العناصر الوظيفية في الحليب. إن استخدام الموارد الطبيعية مثل نوى التمر في علف الحيوانات سيجعل من الممكن تحسين الأداء الإنتاجي لقطيع الألبان المحلي وتحسين نوعية منتجات الألبان المحلية والحفاظ على نموذجيته.

الكلمات الرئيسية: السلالة المحلية من الأبقار، مكملات إنتاج الحليب، جودة الحليب، ملاءمة الحليب للتصنيع.

Table des matières

REMERCIEMENTS

DEDICACE

RESUME

ABSTRACT

ملخص

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ANNEXES

INTRODUCTION 1

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES

I. Alimentation des vaches laitières 6

I.1 La ration alimentaire 6

I.1.1 Rationnement des ruminants 7

I.1.2 Exigences nutritionnelles essentielles pour les vaches laitières 7

I.1.3 Composition de la ration alimentaire générale 7

I.1.3.1 Éléments cruciaux dans l'alimentation bovins 7

I.2	Alimentation des vaches au cours de Lactation	9
II.	Complémentation alimentaire	11
II.1	Utilisation des compléments alimentaires	11
II.1.1	Rôle et importance des rations complémentaires	12
II.1.2	Utilisation des sous-produits agricoles dans la complémentation alimentaire	13
II.1.2.1	Sous-produits agricoles	13
II.1.2.2	Utilisation des sous-produits en alimentation animale	13
II.2	Complémentation à base de farine de noyaux de dattes	14
II.2.1	Sous-produits de palmier dattier utilisés dans l'alimentation animale	14
II.2.1.1	Noyaux de dattes	14
II.2.1.2	Farine de noyaux de dattes	15
II.2.1.3	Composition nutritionnelle des noyaux de dattes	15
II.2.2	Valeur d'utilisation dans l'alimentation animale	16
II.2.3	Avantage pour la production laitière	17
II.3	Impact de la race animale sur la production laitière	18
II.3.1.1	Description de la vache Guelmoise	20
II.3.1.2	Production laitière	20
	CHAPITRE II : LAIT ET SES CRITERES DE QUALITE	21
I.	Lait	23
I.1	Définition du lait	23

I.2	Composition du lait	24
I.2.1	Eau	25
I.2.2	Protéines	25
I.2.3	Matière grasse	25
I.2.4	Glucides	26
I.2.5	Minéraux	26
I.2.6	Vitamines	26
I.2.7	Enzymes	27
I.3	Caractéristiques physico-chimiques du lait	27
I.3.1	pH	27
I.3.2	Densité et masse volumique	27
I.3.3	Acidité	28
I.3.4	Point d'ébullition du lait	28
I.3.5	Point de congélation du lait	28
I.3.6	Extrait sec	29
I.3.7	Viscosité	29
I.4	Caractéristiques organoleptiques du lait	30
I.4.1	Saveur	31
I.4.2	Couleur	31
I.4.3	Odeur	31

I.4.4	Viscosité	31
I.5	Caractéristiques microbiologiques du lait	31
I.5.1	Flore originale	32
I.5.2	Flore de contamination du lait	33
I.5.3	Flore d'altération	33
I.5.4	Flore pathogène	34
II.	Aptitudes de lait à la transformation	35
II.1	Qualité du lait	35
II.2	Mécanismes de la coagulation	35
II.2.1	Coagulation du lait	36
II.2.2	La coagulation acide	36
II.3	Fromageabilité du lait	36
II.3.1	Maîtrise de la fromageabilité du lait par la maîtrise des taux de TB , TP	37
II.3.1.1	Critères d'aptitude pour la transformation fromager	37
II.4	Rendement fromager	38
II.4.1	Définition du rendement fromager	38
II.4.2	Relation entre TP, MG et Le rendement fromager	39
II.4.3	Importance du contrôle du rendement fromager	39
	ETUDE EXPERIMENTALE	41
	CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES	42

I.	Cadre de l'étude	43
II.	Méthodologie	43
II.1	Matériel biologique	43
II.1.1	Origine du complément alimentaire	43
II.1.2	Les animaux	44
II.2	Lieu de la production laitière	44
II.3	Plan alimentaire	45
II.4	Lieu du suivi de la qualité des laits et période expérimentale	46
II.5	Origine du lait suivi	46
II.5.1	Echantillonnage	47
II.5.2	Techniques d'analyse	47
II.5.2.1	Analyses physico-chimiques des laits	47
II.5.2.2	Analyses physico-chimiques du caillé fromager	48
II.5.2.3	Analyses microbiologiques des laits	49
II.5.2.4	Dénombrement de la viabilité de la flore lactique d'intérêt technologique	52
II.5.2.5	Lactofermentation des laits	53
II.5.2.6	Appréciation de la coagulation lactique et de la formation du coagulum	53
II.5.2.7	Calcul du rendement fromager	55
II.5.2.8	Détermination du rendement en MS ou en extrait sec total (EST)	55
	CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION	57

I.	Appréciation de la qualité physico-chimique des laits	58
I.1	Matière sèche totale	58
I.2	pH	59
I.3	Matière grasse	61
I.4	Matière protéique	61
I.5	Le lactose	62
I.6	Teneur en matière minérale	62
I.7	Taux de mouillage	63
II.	Appréciation de la qualité microbiologique des laits	63
II.1	Lactofermentation des laits	68
II.2	Coagulation lactique et viscosité du coagulum	68
II.3	Rendement fromager	71
	CONCLUSION	73
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	75
	ANNEXES	90

Liste des abréviations

BLA : Bovin Laitier Amélioré.

BLL : Bovin Laitier Local.

BLM : Bovin Laitier Moderne.

D° : Degré Dornic.

E.S.T : Extrait Sec Totale.

FIL : Fédération Internationale Du Lait.

INRA : Institut National De La Recherche Agronomique.

LSTPA : Laboratoire De Recherche Des Sciences Et Techniques de Production **Animal**

MG : Matière Grasse.

MS : Matière Sèche.

PC : Point De Congélation.

PCA : Plate Count Agar (**Milieu Pour Flore Totale**).

PDIE : Protéines Digestibles Dans L'Intestin Issues De L'Energie.

PDIN : Protéines Digestibles Dans L'Intestin Issues De L'azote.

pH: Potentiel Hydrogène.

RF : Rendement Fromager.

TB : Taux Butyreux.

TP : Taux Protéique.

UFC : Unité Formant Colonie.

Liste des tableaux

Tableau 1:Composition physicochimique et biochimique des dattes.	15
Tableau 2:La composition du lait de vache	24
Tableau 3:Principales propriétés physico-chimiques du lait de vache	30
Tableau 4:: Flore originelle du lait cru de vache.....	32
Tableau 5::Résultats des analyses physico-chimiques du lait témoin.....	60
Tableau 6:Résultats des analyses physico-chimiques du lait produit.....	60
Tableau 7:Dénombrement microbiologique sur le lait expérimental	63
Tableau 8:Dénombrement microbiologique sur le lait témoin	64
Tableau 9:Qualité physico-chimique du coagulum obtenu à partir du lait expérimental	69
Tableau 10:Qualité physico-chimique du coagulum obtenu à partir du lait témoin	69

Liste des figures

Figure 1: Courbe théorique de lactation chez la vache laitière	11
Figure 2: Vache Holstein	19
Figure 3: Race locale algérienne « La Guelmoise ».....	20
Figure 4: Critères de fromageabilité du lait	38
Figure 5: Datte de Timimoune « variété Takarboucht »	43
Figure 6: Situation géographique de l'exploitation agricole	45
Figure 7: Situation géographique du laboratoire de recherche LSTPA de l'université Abdelhamid IBN BADIS de Mostaganem	46
Figure 8: Lactoscan analyseur du lait en spectroscopie infra-rouge	48
Figure 9: Procédure de la coloration de GRAM	51
Figure 10: Test de la catalase	51
Figure 11: Observation microscopique des isolats obtenus : (1) Lactococcus, (2) Pediococcus,	67
Figure 12: Test de lactofermentation réalisé sur les échantillons des 02 laits	68
Figure 13: Coagulums fromagers obtenus : (1) du lait témoin, (2) du lait expérimental..	70

Liste des annexes

Annexe 1:Analyse chimique des farines de noyaux de dattes par le « Near infra Red »	90
Annexe 2:Composition des milieux de culture	91
Annexe 3:Interprétation des résultats du test de lactofermentation	93
Annexe 4:Normes de qualité hygiénique et de conformité physico-chimique des laits ..	94

INTRODUCTION

Introduction

Introduction

Le cheptel bovin algérien est constitué de trois types distincts : Bovin Laitier Moderne BLM, localisé dans les plaines littorales et les zones telliennes du nord, élevé en système intensif ; le Bovin Laitier Amélioré BLA situé dans l'est et le centre du pays, dans les régions de piémonts conduit en système semi intensif et le Bovin Laitier Local BLL de type familial élevé en système extensif (Bessaoud *et al.*, 2019).

Le bovin conduit par le système extensif, est localisé dans les régions montagneuses et son alimentation est basée sur le pâturage (Kali *et al.*, 2018). Ce système de production bovine en extensif occupe une place importante dans l'économie familiale et nationale (Benabdeli, 2020). Cet élevage est caractérisé par un très faible niveau d'investissement et d'utilisation d'intrants alimentaires et vétérinaires.

L'élevage bovin Laitier Local est peu productif et ne permet pas encore de couvrir la demande du marché national (Yakhlef *et al.*, 2010). Il est soumis à un ensemble de contraintes qui freinent son essor, en relation avec le milieu, et le matériel animal exploité (Ramdane *et al.*, 2019).

Pour le Bovin Laitier Local, le faible niveau des connaissances techniques en nutrition, la fluctuation de la qualité des pâturages et des prix des aliments sur les marchés ne permettent pas aux producteurs d'appliquer des formules alimentaires types de production. Dans ce contexte, tester des options d'amélioration de l'alimentation par la valorisation des ressources localement disponibles est une option adéquate. La complémentation stratégique est l'une des options utilisées par les éleveurs pour essayer de couvrir les besoins de base des animaux et d'améliorer leur performance (Mamine *et al.*, 2021).

L'amélioration des performances de productions animales requiert en plus d'un bon état de santé, des ressources alimentaires assez importantes en quantité et en qualité. Ces ressources peuvent être naturelles, transformées ou industrielles (Abdelli *et al.*, 2021).

La complémentation des animaux permet de combler le déficit nutritif du fourrage de pâture quasiment inexistant dans notre cas d'étude au niveau des monts de la Dahra. Pour combler le déficit alimentaire chez les bovins BLL de la région, des alternatives ont été proposées aux éleveurs à travers une complémentation de la ration alimentaire par des

Introduction

ingrédients alimentaires locaux à la portée du producteur et pour une production en toute saison. La présente étude vise donc à évaluer l'effet d'une complémentation stratégique à base de farine de noyaux de dattes soit en valorisant les ressources localement disponibles, après la mise-bas, sur les performances de production laitière des vaches locales de race « Brune de l'Atlas ».

D'un autre côté, tenant compte du programme lancé par le gouvernement algérien, MADR (2024) et ONIL (2024), un programme sur la qualité spécifique, afin d'appuyer le développement de démarches de reconnaissance et de valorisation de la qualité spécifique des produits laitiers liés à l'origine, tant au niveau institutionnel qu'au niveau des producteurs, adaptées au contexte économique, social et culturel spécifique.

Un point essentiel dans ce programme est le savoir traditionnel dont le domaine de l'agriculture, de l'élevage, de la production laitière et des produits laitiers du terroir qui font partie intégrante du patrimoine de la population dans diverses zones de l'Algérie. Riches et divers, ils sont dans l'ensemble peu connus car souvent circonscrits aux localités dans lesquelles ils sont mis en œuvre. Actuellement en danger de disparition pour de multiples raisons évoquées, il importe de tout faire pour les protéger car ils pourraient bien être l'une des clefs de la durabilité de l'agro-élevage local algérien, confronté à de nombreux enjeux dont l'intensité croît rapidement (Abdelli *et al.*, 2021).

Promouvoir les liens entre des acteurs locaux, leurs territoires et leurs produits agro-alimentaires peut constituer, dans les communautés rurales de l'Algérie, un outil pour le développement rural durable. Les produits laitiers du terroir présentent en effet des attributs de qualité liés aux territoires et à leurs acteurs, qui découlent de leurs savoir-faire spécifiques et des ressources naturelles locales.

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'étude soit l'implication du savoir scientifique en alimentation pour améliorer les performances du bovin laitier local de la région montagneuse de la Dahra en production et en qualité des laits produits.

Cette étude a porté sur l'effet d'une complémentation alimentaire à base de noyaux de dattes sur la qualité des laits et sur leur fromageabilité. Pour réaliser cette évaluation, des méthodes de contrôle microbiologique et physico-chimique ont été adaptées pour le suivi des laits

Introduction

produits de vaches expérimentales de race locale « Brune de l'Atlas » durant la période de haute lactation.

REVUE

BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

ALIMENTATION DES

VACHES LAITIÈRES

I. Alimentation des vaches laitières

Les ruminants sont dotés d'un extraordinaire système digestif, capable de Transformer des fourrages ne possédant aucune valeur nutritive pour les humains en aliments hautement digestibles, comme le lait et la viande.

Pour raisonner leur alimentation, il est nécessaire de disposer d'outils et d'informations précises sur leurs besoins alimentaires et leur capacité d'ingestion d'une part, et d'autre part sur la valeur nutritive et l'ingestibilité des aliments. (Si Ammar, 2007)

L'alimentation des vaches laitières est un élément crucial de la production laitière moderne. Une nutrition optimale permet non seulement d'assurer le bien-être des animaux, mais aussi d'optimiser la quantité et la qualité du lait produit. Les éleveurs doivent composer avec les besoins physiologiques spécifiques des vaches, tout en tenant compte des contraintes économiques et environnementales. Cette gestion minutieuse de l'alimentation implique une connaissance approfondie des différents nutriments, des fourrages disponibles et des techniques de distribution les plus efficaces. (Weiss et Hansen ,2024)

La nutrition chez la vache laitière est l'un des plus importants facteurs qui affecte la production du lait et La santé animale. Il est donc impératif de choisir une ration alimentaire qui puisse satisfaire aux besoins physiologiques des vaches (Saioud ,2022).

I.1 La ration alimentaire

L'alimentation d'un animal domestique est considérée comme adéquate lorsqu'elle fournit suffisamment d'éléments pour produire l'énergie nécessaire au bon fonctionnement de son organisme. De plus, elle doit contenir une quantité d'eau adéquate pour soutenir le métabolisme et la régulation thermique, des protéines en quantité et qualité suffisantes pour la croissance et l'entretien de l'animal, ainsi que des minéraux et des vitamines en proportions appropriées. Enfin, l'alimentation doit avoir un volume adapté à sa valeur nutritive.

Il est essentiel qu'une stratégie d'alimentation des vaches vise à maximiser l'efficacité de la répartition des nutriments absorbés. Cependant, prédire cette répartition de manière précise reste un défi persistant dans le domaine de l'alimentation animale, sans solution définitive jusqu'à présent. (Friggens, 2007)

I.1.1 Rationnement des ruminants

Le rationnement consiste à établir des liaisons quantitatives entre les besoins de l'animal calculés à partir des recommandations et les valeurs nutritives des aliments données dans les tables. Il a donc pour objectif de déterminer, pour un troupeau ou groupe d'animaux plus homogènes, les quantités ingérées de fourrages et les apports d'aliments concentrés à réaliser en vue de couvrir, à un degré plus ou moins satisfaisant, les besoins des ruminants. La qualité d'un rationnement va donc très largement dépendre de la précision avec laquelle seront estimées les quantités de fourrages ingérées (Agabriel *et al.*, 2007).

I.1.2 Exigences nutritionnelles essentielles pour les vaches laitières

Les vaches laitières ont des besoins nutritionnels complexes qui varient en fonction de leur stade physiologique, de leur niveau de production et de leur environnement. Ces ruminants nécessitent un apport équilibré en énergie, protéines, fibres, minéraux et vitamines pour maintenir leur santé et assurer une production laitière optimale.

L'énergie est principalement fournie sous forme de glucides, essentiels pour la production de lait et le maintien des fonctions corporelles. Les protéines, quant à elles, sont cruciales pour la synthèse du lait et le renouvellement des tissus. Les fibres, souvent négligées, jouent un rôle vital dans la santé du rumen et la prévention de troubles digestifs comme l'acidose.

Les minéraux tels que le calcium, le phosphore et le magnésium sont indispensables pour la formation osseuse, la production laitière et diverses fonctions métaboliques. Les vitamines, notamment A, D et E, contribuent à renforcer le système immunitaire et à améliorer la qualité du lait (Weiss et Hansen, 2024)

I.1.3 Composition de la ration alimentaire générale**I.1.3.1 Éléments cruciaux dans l'alimentation bovins**

- Les fibres provenant des fourrages, essentielles pour le bon fonctionnement du rumen et la rumination.

- L'énergie provenant de l'amidon présent dans les aliments, mesurée en UFL.

- Les protéines brutes ou la matière azotée totale (MAT), apportées par l'azote (PDIN) ou par l'énergie (PDIE) des aliments.

- Les sels minéraux tels que le phosphore, le magnésium, le calcium, le sodium, les oligo-éléments et les vitamines. Il est essentiel d'assurer un équilibre adéquat en termes de qualité et de quantité des aliments pour améliorer les performances de votre élevage de bovins laitiers ou allaitants.

Pour garantir une alimentation complète, la ration de vos bovins devrait inclure les trois catégories d'aliments de base suivantes :

- **Les fourrages** : tels que le foin, la paille, l'herbe, l'ensilage de maïs, l'ensilage d'herbe, de mélange, etc.

- **Les concentrés** : comprenant des céréales (grains entiers ou concassés, secs ou humides) et des sous-produits qui fournissent de l'amidon et des protéines essentiels à une alimentation équilibrée pour vos bovins.

- **Les sous-produits de l'industrie agroalimentaire** : tels que le gluten de maïs, les drêches de brasserie, la pulpe de betterave, qui représentent une alternative intéressante pour obtenir des aliments équilibrés à moindre coût par rapport aux concentrés commerciaux.

- **Les minéraux et oligo-éléments** : indispensables pour la santé, la croissance et la production de vos bovins, en prévenant des problèmes tels que l'hypocalcémie, la tétanie, les troubles de la m Un déséquilibre en termes de ces éléments peut causer divers problèmes au sein de votre troupeau. Mise bas, la baisse de l'immunité, l'acidose, etc. (Weiss et Hansen ,2024)

-**Eau et abreuvement** : L'eau est le nutriment le plus important pour les bovins. Une vache laitière peut consommer entre 50 à 100 litres d'eau par jour, selon sa production laitière, sa ration alimentaire et les conditions climatiques. Assurer un accès constant à une eau propre et fraîche est crucial pour maintenir la santé, la digestion optimale et la production des bovins.

De tous les nutriments indispensables à la vie, l'eau arrive tout juste derrière l'oxygène. On rapporte qu'environ les deux tiers d'un bovin adulte se composent de ce nutriment. De façon générale, l'eau fait partie de 99,2 % des molécules qui composent les ruminants

(Weiss et Hansen ,2024)

Les quantités d'eau consommées varient en fonction de plusieurs facteurs (Boudon *et al.*, 2013) : la production laitière, la nature des aliments, les quantités d'aliment ingérées, la température de l'eau, la température ambiante, l'humidité relative, le débit des abreuvoirs, le mode de présentation de l'eau, la qualité de l'eau, etc.(Beede,2005)

D'une manière simplifiée, les besoins en eau d'une vache laitière équivalent à quatre fois sa production laitière plus 3 à 4 litres par kg de matière sèche ingérée;(Beede,2005),

Selon ROSS, les vaches ingèrent quatre à neuf litres d'eau chaque fois qu'elles boivent et s'abreuvent environ 16 fois par jour. Par conséquent, l'eau doit demeurer disponible à volonté et en quantité suffisante. (Hall,2004)

I.2 Alimentation des vaches au cours de Lactation

La lactation est une phase clé où les besoins nutritionnels de la vache augmentent. Il est essentiel de leur fournir régulièrement du fourrage, des concentrés et de l'eau, en particulier si les vaches sont isolées pour vèler. Tout changement soudain dans leur alimentation à ce stade peut entraîner une perte d'appétit et compromettre le démarrage optimal de la lactation.

Alimenter rationnellement les vaches laitières consiste à réaliser la meilleure adéquation possible entre les apports nutritifs et les besoins des animaux (entretien et production). Les fourrages sont souvent distribués à volonté et le rationnement consiste à calculer la quantité nécessaire d'aliments concentrés.

Il faut ainsi tenir compte des besoins des animaux et de leur capacité d'ingestion mais aussi, des interactions entre les concentrés et les fourrages qui modifient l'ingestion volontaire de fourrage (Drogoul, C, *et al.*, 2004)

Le niveau de la complémentation optimum des fourrages dépend des quantités de fourrages ingérées et des apports nutritifs qui en résultent, et de la réponse de la production de lait (Maekawa, 2002)

En pratique, la ration doit comprendre, d'une part, une ration de base composée en priorité d'aliments grossiers et qui devra suffire aux besoins d'entretien et, si possible, à une partie au moins des besoins de production, et, d'autre part, d'une ration de production destinée à répondre aux besoins d'une production supérieure à celle autorisée par la ration de base. Cette ration est composée d'aliments riches et généralement peu volumineux (Kadi, 2007).

Selon Jans *et al.* (2017), L'alimentation de la vache laitière pose des problèmes plus difficiles à maîtriser que celle des autres catégories de bovins. Entre animaux de productions différentes et chez un même animal au cours du cycle de lactation, les besoins peuvent en effet varier de façon extrême. Comme au début de la lactation ces besoins ne peuvent souvent pas être couverts, une véritable stratégie d'alimentation doit être développée pour la vache laitière, afin d'atteindre physiologiquement et économiquement le meilleur approvisionnement en nutriments possible (Franz Jans, 2017) .

La période la plus critique pour une vache laitière se situe entre le vêlage et le pic de lactation. En effet, lorsque la lactation démarre, les besoins nutritionnels de la vache augmentent considérablement en raison de la production laitière qui atteint son maximum à la troisième ou quatrième semaine pour les faibles productrices, et à la quatrième et cinquième semaine pour les fortes productrices. Ces besoins sont de 3 à 6 fois supérieurs à ceux de l'entretien ou de la fin de la gestation.

Un niveau d'incorporation du concentré dans la ration supérieure à 60%, surtout si la quantité de fourrage ingérée est inférieure à 1 ou 1.5% du poids vif de la vache, risque de diminuer l'appétit de l'animal et de provoquer une chute du taux butyreux du lait.(Maekawa M, *et al* ;2002)

La production du lait évolue au cours d'une lactation suivant un cycle qui est de même nature chez toutes les vaches laitières (Boudjenane, 2010).

Cette évolution de la production peut se représenter graphiquement par une courbe de lactation qui représentée dans la figure.

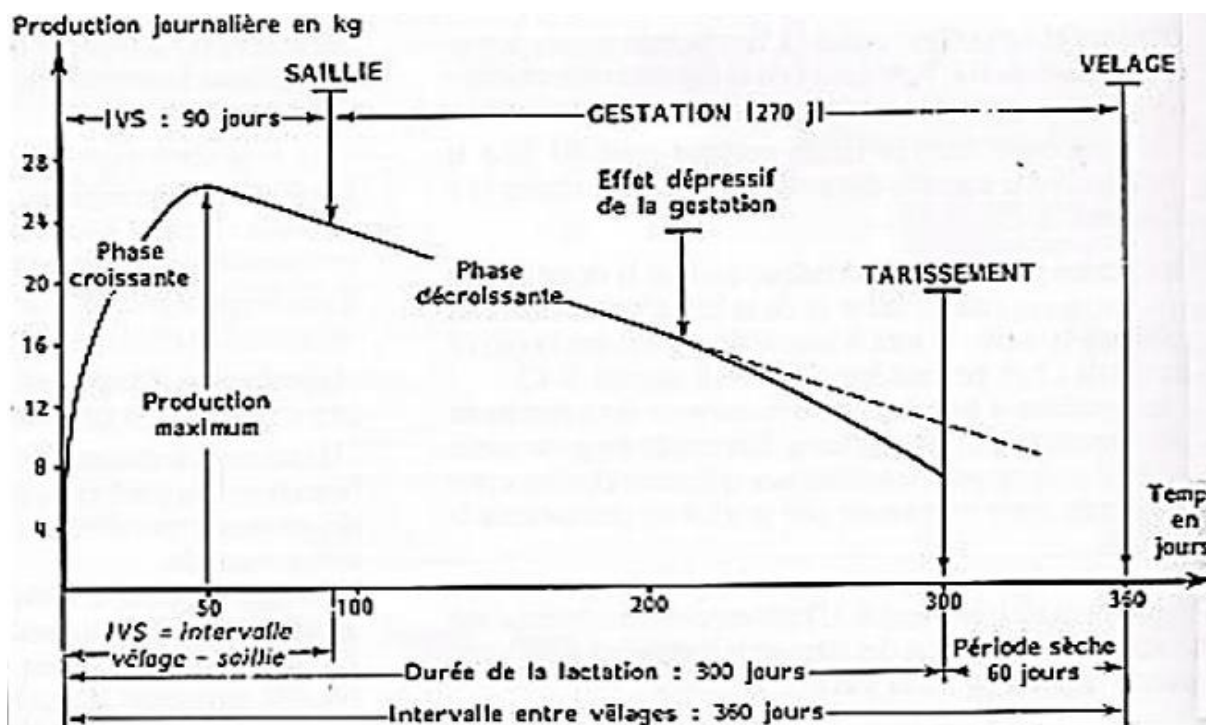


Figure 1: Courbe théorique de lactation chez la vache laitière (Djaaleb, 2022).

II. Complémentation alimentaire

L'alimentation des bovins repose principalement sur la consommation de fourrages, distribués sous différentes formes : frais, ensilés ou séchés. Toutefois, ces fourrages, parfois limités en valeur énergétique et nutritive, ne suffisent pas toujours à satisfaire pleinement les besoins des animaux, en particulier lorsqu'une production élevée est visée. L'apport d'aliments complémentaires devient alors indispensable pour équilibrer les rations, assurer la santé, le bien-être et optimiser les performances de croissance, de reproduction et de production laitière. (Ju *et al.* 2024)

II.1 Utilisation des compléments alimentaires

Les fourrages ne couvrent pas toujours tous les besoins des bovins.

L'éleveur, qui connaît ses animaux et sait évaluer leurs besoins, va régulièrement adapter la ration qu'il leur distribue. En particulier, il va la compléter avec des aliments concentrés, d'origine végétale et minérale. Une grande partie des compléments de nature végétale est produite sur l'exploitation, notamment les céréales.

Un complément protéique est apporté par les tourteaux, obtenus à partir des graines de plantes oléagineuses comme le soja, le lin, le tournesol ou encore le colza, après extraction de l'huile.

Un complément énergétique est apporté par des céréales riches en glucides telles que le blé, l'orge et le maïs ou d'autres végétaux tels que les betteraves sous forme de pulpe.

Des compléments minéraux (calcium, phosphore) et vitaminiques peuvent être apportés. Ils sont soit directement ajoutés aux fourrages ou aux autres compléments alimentaires, soit mis à la libre disposition des animaux, dans le pré ou à l'étable, sous forme d'un bloc de sels minéraux que les éleveurs appellent la pierre à lécher. (Weiss et Hansen, 2024)

II.1.1 Rôle et importance des rations complémentaires

L'alimentation des bovins repose essentiellement sur la consommation de fourrages, distribués sous différentes formes : frais, ensilés ou séchés (foins). Cependant, ces ressources, parfois limitées en énergie et en éléments nutritifs essentiels, ne suffisent pas toujours à couvrir l'ensemble des besoins physiologiques des animaux, notamment lorsque l'on vise des niveaux de production élevés.

La complémentation alimentaire devient indispensable. Elle permet :

- ✓ D'équilibrer la ration globale en apportant les nutriments manquants ;
- ✓ D'assurer la santé et le bien-être des animaux ;
- ✓ D'optimiser les performances de croissance, de reproduction et de production laitière.

Afin de valoriser efficacement les fourrages distribués, il est essentiel de définir avec précision la nature et la quantité des apports complémentaires.

Cette démarche s'adapte selon deux grandes situations nutritionnelles rencontrées en élevage :

- ✓ Les régimes d'entretien ou de subsistance : caractérisés par une ration constituée majoritairement de fourrages non traités, où la complémentation vise à maintenir la survie et la santé de l'animal.

- ✓ Les régimes de production : associés à l'utilisation de fourrages à l'état brut ou traités, nécessitant une complémentation ciblée pour soutenir des niveaux élevés de production. (Difagri, 2022)

II.1.2 Utilisation des sous-produits agricoles dans la complémentation alimentaire

II.1.2.1 Sous-produits agricoles

Les sous-produits agricoles désignent les parties des cultures arables qui ne sont pas utilisées principalement pour la production alimentaire. Ils comprennent notamment les pailles d'avoine, de maïs et de blé, la bagasse, les coques d'arachide, les coques de riz et de noix de coco, les coques de soja, les tourteaux de palmiste, les tourteaux de coton et de tournesol, ainsi que les grignons d'olive. (Weiss et Hansen, 2024)

Un sous-produit (anciennement appelé issues) est un produit provenant d'un processus de fabrication qui ne représente pas l'objet principal de l'activité envisagée.

En alimentation animale, on ne considère que les sous-produits issus de la transformation de produits agricole à travers la filière agro-alimentaire.

II.1.2.2 Utilisation des sous-produits en alimentation animale

- le secteur de l'agro-alimentaire connaît un développement important et génère de grandes quantités de sous-produits.

- elle permet de lutter contre les pollutions en limitant les rejets dans les rivières et la mise en décharge des résidus organiques par les industriels de l'agro-alimentaire.

- les éleveurs cherchent à augmenter leur productivité en utilisant des aliments à coût réduit.

- les industriels de l'agro-alimentaire cherchent à augmenter leur compétitivité en valorisant tous les produits issus de leurs usines et en diminuant le coût de retraitement de leurs effluents.

Si bien que les sous-produits ne sont plus des produits négligeables, leur valorisation est une étape incontournable pour la filière agro-alimentaire. Dans ce contexte le terme de sous-

produit apparaît de plus en plus comme inadapté car il a une connotation péjorative et on lui préfère le terme de co-produits. (Ben Salem, et Znaidi, 2019).

II.2 Complémentation à base de farine de noyaux de dattes

En Algérie, le problème de l'alimentation du bétail se pose plus qu'ailleurs, ce qui oblige l'état à recourir à l'importation de grandes quantités d'aliment, surtout des concentrés (maïs, orge...),

Par ailleurs, outre les sous-produits de la céréaliculture et d'autres sous-produits de l'agriculture et l'agro industriel. Le palmier dattier offre une gamme importante de sous-produits agricoles qui sont utilisés d'une façon traditionnelle par les éleveurs de la région (Chehema *et al.*, 2002).

Donc l'utilisation de cette ressource nationale est plus qu'indispensable pour minimiser la facture en devise que l'état débourse annuellement. Néanmoins, leur pauvreté en azote et la richesse des rebuts de dattes en sucres cytoplasmiques, fait que leur utilisation par les éleveurs se voit contraignante. (Salha, 2006)

II.2.1 Sous-produits de palmier dattier utilisés dans l'alimentation animale

Le palmier dattier joue une grande importance dans les régions sahariennes non seulement par sa production dattier mais aussi par les sous-produits, Parmi eux dans l'alimentation du bétail tels que les rebuts de dattes ; les noyaux de dattes ; les pédicelles et les palmes sèches. (Salha, 2006)

II.2.1.1 Noyaux de dattes

Les noyaux de dattes présentent une bonne composition chimique avec des quantités élevées de glucides, de protéines et de lipides. En outre, ces noyaux de dattes sont riches en fibres alimentaires.

Le noyau de datte représente une quantité importante de déchets, Ainsi, selon les statistiques de la FAO, 2019 ; environ plus de 800 000 tonnes de noyaux de dattes pourraient être produites annuellement (Johnson, D., *et al.*, 2013) . Conventionnellement, dans la plupart des pays producteurs, les noyaux de dattes sont négligés ou partiellement incorporés dans l'alimentation

animale, ou utilisées comme engrais, Ils constituent un bon précurseur pour la production de charbon actif (Said Ahmed, 2015) Les noyaux de dattes sont utilisés comme aliment de bétail s'ils sont broyés ou trempés dans l'eau (Al-Farsi, 2008).

II.2.1.2 Farine de noyaux de dattes

La farine de graines de dattes ou, comme certains l'appellent, la poudre de noyaux de dattes est obtenue en broyant et en tamisant les graines, qui sont une riche source de fibres alimentaires (jusqu'à 80%).

La farine de noyaux de dattes est un complément naturel idéal pour la formulation diététique. La Poudre de noyaux de dattes contient des ingrédients alimentaires bénéfiques tels que l'acide oléique, les fibres alimentaires et les polyphénols. (Boudjebel ;2025)

II.2.1.3 Composition nutritionnelle des noyaux de dattes

Tableau 1: Composition physicochimique et biochimique des dattes (Belguedj *et al.*,2019).

L'eau	18,6-32,6%
pH	5 et 6
Les sucres	54,2-78,2%
Les lipides	0,18-0,95%
Les Protéines	1,56-5,5%
Les fibres	2-9,7%
Les cendres	1,8-3,5%
Les minéraux	0,3-0,9%

Une étude rapportée par Boudechiche *et al.* (2009) a fait l'objet d'évaluer la composition chimique des noyaux de dattes algériennes ainsi que leurs valeurs énergétiques afin de les incorporer dans l'alimentation animale.

Les résultats de leur étude ont montré que

- ✓ Le taux d'humidité des noyaux de dattes étudiés comparable à celui d'autres aliments tels que la paille de céréales, les pédicelles de datte ainsi que certaines céréales telles que le blé, l'orge et l'avoine ;
- ✓ Compte tenu de leur fort taux en fibres, la poudre de noyaux peut constituer un aliment de lest quasi exclusivement utilisé chez les ruminants ;
- ✓ Leur pauvreté en matières azotées et leur richesse en parois, limitent, cependant, leur emploi en grande quantité et incite leur enrichissement avec une source azotée ;
- ✓ Ces noyaux ont une bonne valeur énergétique, par conséquent, ils conviennent parfaitement à l'engraissement et ont une place de choix pour la production laitière. La composition des noyaux de dattes réunit à la fois les caractéristiques d'un aliment de lest par leurs teneurs élevées en parois mais aussi celles d'un concentré énergétique économique, par leurs valeurs fourragères appréciables et peuvent être préconisés comme concentré énergétique identique aux céréales (Boudechiche *et al.*,2009).

II.2.2 Valeur d'utilisation dans l'alimentation animale

La poudre de graines de dattes est utilisée en complément des aliments pour animaux (bovins, moutons, chameaux et volailles) et des aliments pour poissons. Il est rapporté que l'incorporation de graines de dattes dans l'alimentation animale améliore la croissance, améliore l'efficacité alimentaire et aussi l'appétence de la viande (Al-Farsi et Lee, 2011).

Les noyaux de dattes sont riches en protéines, graisses, cendres et en fibres alimentaires, la structure dure des graines de dattes soit un réel obstacle pour optimiser la valeur alimentaire, ces derniers peuvent être réduits en poudre (Al-Farsi *et al.*, 2011).

La possibilité d'une meilleure valorisation des noyaux de dattes pour l'alimentation des ruminants, surtout, concernant leur composition chimique (Boudechiche *et al.*,2009).

Par le biais de cette contribution, nous envisageons d'explorer les possibilités d'une meilleure valorisation des noyaux de dattes pour l'alimentation des ruminants, surtout, dans les systèmes de production oasiens à partir d'une étude concernant leur composition chimique

II.2.3 Avantage pour la production laitière

Il y a des recherches sur la composition et les propriétés fonctionnelles des différents composants tels que les fibres, les graisses et les protéines des noyaux de datte afin de mieux comprendre la valeur nutritionnelle et la composition chimique de ces noyaux.

L'intégration des noyaux de dattes dans l'alimentation des vaches laitières est une option économique et respectueuse de l'environnement par rapport aux ingrédients classiques. Ces noyaux sont une source importante de fibres (82-92 % de la matière sèche), de lipides

(5-12,7 %), et renferment des sucres résiduels, des minéraux et des composés phénoliques aux propriétés antioxydantes (Boudechiche *et al.*, 2009).

Leur utilisation dans l'alimentation des vaches permet de valoriser un sous-produit de l'industrie agroalimentaire disponible localement, tout en réduisant les coûts d'alimentation qui représentent jusqu'à 70 % des dépenses en élevage laitier.

Des recherches ont démontré que l'incorporation modérée de farine de noyaux de dattes dans l'alimentation des vaches laitières peut améliorer la digestibilité de l'alimentation globale et maintenir, voire légèrement augmenter, la production laitière sans impacter négativement la santé des animaux.

De plus, les noyaux de dattes, en raison de leur structure fibreuse et de leur potentiel prébiotique, peuvent aider à maintenir l'équilibre de la flore intestinale des ruminants. Cela favorise une meilleure fermentation et une utilisation plus efficace des nutriments, ce qui peut entraîner une amélioration de la qualité du lait, notamment en ce qui concerne la teneur en matières grasses et en extrait sec, des éléments importants pour la production de fromage.

En utilisant ces sous-produits, il est également possible de réduire la dépendance aux importations de matières premières telles que le maïs ou le soja, ce qui renforce l'autosuffisance alimentaire des éleveurs dans les régions désertiques où les noyaux de dattes

sont abondants. Ainsi, l'intégration de ces sous-produits dans l'alimentation animale s'inscrit dans une démarche de développement durable qui combine efficacité économique, performances zootechniques et réduction des déchets agricoles. (Chehema *et al.*, 2007)

II.3 Impact de la race animale sur la production laitière

La race d'un animal joue un rôle crucial dans sa capacité à produire du lait, impactant non seulement la quantité de lait produite, mais aussi sa qualité, sa composition chimique et sa capacité à être transformé. Chaque race animale possède des caractéristiques génétiques spécifiques qui influent sur ses performances laitières, sa résistance, ses exigences alimentaires et sa réaction aux conditions d'élevage (Madani *et al.*, 2011).

Les races laitières spécialisées comme la Holstein ou la Montbéliarde sont réputées pour leurs rendements élevés en lait, pouvant atteindre jusqu'à 30 à 40 litres par jour dans des conditions d'élevage intensif. En revanche, ces races sont souvent plus sensibles aux maladies et nécessitent une alimentation riche et équilibrée pour maintenir leur niveau de production (Aziz-Ferag A *et al.* ;2024)

Par exemple la race Holstein, reconnue comme la première race laitière au monde, se distingue par des performances laitières quantitatives très élevées. Toutefois, cette forte production s'accompagne d'un taux protéique relativement limité, ce qui peut influencer l'aptitude du lait à certaines transformations.

En outre, la sélection génétique opérée sur cette race s'est concentrée principalement sur la forme de la mamelle, visant à améliorer l'équilibre de celle-ci et l'adaptation des trayons à la traite mécanique.

La Holstein est une race bovine de grande taille, facilement identifiable par sa robe pie noire caractéristique. Il s'agit d'une race laitière spécialisée, reconnue pour ses performances exceptionnelles en production laitière. Selon les conditions d'élevage et les lignées, une vache Holstein peut produire en moyenne entre 30 litres de lait par jour, soit environ 4 000 à 7 000

litres par an. Dans certains élevages performants, les rendements peuvent dépasser les 10000 litres de lait par an. (Aziz-Ferag A *et al* ;2024)



Figure 2: Vache Holstein (Aziz-Ferag A *et al* ;2024)

L'élevage bovin algérien de la race locale Brune de l'Atlas se caractérise par une faible productivité et un cheptel numériquement limité, en dépit de la disponibilité d'importantes ressources fourragères. Ces ressources sont principalement assurées par les pâturages naturels durant l'hiver et le printemps, ainsi que par les pâturages forestiers pour les troupeaux élevés en zones montagneuses.

La race Brune de l'Atlas se subdivise en plusieurs variétés (ou types locaux), désignées selon leur région d'implantation. Parmi elles, on trouve la variété Cheurfa, dont le nom provient de certaines tribus arabes nobles, cite également d'autres dénominations locales telles que la Sétifienne (dans la région de Sétif), la Chélifienne (dans la région de Chlef), ainsi que la Guelmoise, identifiée dans la région de Guelma. Les caractéristiques biométriques de ces variétés varient en fonction du milieu : les animaux élevés en plaine présentent généralement un format corporel plus développé que ceux vivant en zone montagneuse. (Feliachi, 2003)

II.3.1.1 Description de la vache Guelmoise

La vache Guelmoise se reconnaît par sa robe gris clair, avec une tête et un dessous du corps de couleur noire. Elle est principalement présente dans les régions montagneuses et forestières de Guelma, Jijel et Skikda, où elle représente la variété dominante. Sa queue est longue, avec une extrémité noirâtre. La taille des femelles varie entre 1,05 m et 1,10 m, tandis que celle des mâles se situe entre 1,15 m et 1,20 m. Le poids moyen est de 250 à 300 kg pour les femelles et de 300 à 400 kg pour les mâles (Feliachi, 2003)

II.3.1.2 Production laitière

Tous les auteurs s'accordent à dire que les aptitudes laitières de la Brune de l'Atlas sont faibles. (Yakhlef et al, 2002) indique une production moyenne de 4 à 5 litres par jour, sur une durée de lactation de 175 jours. (Kali et al, 2011) note que, dans des conditions de conduite rationnelle, des vaches Guelma-Cheurfa peuvent produire jusqu'à 9,1 litres par jour, avec une moyenne de 7 litres. Ces résultats montrent qu'un potentiel d'amélioration existe avec une alimentation et une gestion adaptée.



Figure 3: Race locale algérienne « La Guelmoise » (Feliachi, 2003)

CHAPITRE II

LAIT ET SES

CRITÈRES DE

QUALITÉ

I. Lait

I.1 Définition du lait

En 1908, le lait a été défini par la conférence internationale sur la répression des fraudes tenue à Genève, a défini le lait comme étant le produit intégral de la traite totale de vaches laitière en bonne santé, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être collecté dans des conditions propres et dépourvu de colostrum (Pougheon, 2001).

Et Selon le Congrès international de la répression des fraudes (1909), le lait est défini comme « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée ; il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (Mahaut *et al*, 2001).

Le Codex Alimentarius (1999) définit le lait comme les sécrétions mammaires des femelles mammifères, obtenues par une ou plusieurs traites, sans ajout ni retrait, pouvant être consommées sous forme liquide ou après transformation.

Sur le plan physico-chimique, le lait est un système complexe et très hétérogène. Il se compose d'une solution vraie (phase aqueuse dispersante : eau et substances dissoutes telles que le lactose, les protéines globulaires et d'autres composants) dans laquelle se trouvent des particules en suspension (émulsion de globules de matière grasse et suspension colloïdale de micelles protéiques).

D'un point de vue organoleptique, il s'agit d'un liquide blanc mat, légèrement teinté de jaune en raison de sa teneur en matière grasse et en bêta-carotène, avec une odeur subtile et un goût sucré. Le lait est produit et sécrété par les glandes mammaires des mammifères après la mise-bas, et il est principalement destiné aux jeunes.

Il est essentiel de noter que, en l'absence de précision sur l'espèce animale, le terme lait fait référence au lait de vache.

Le lait constitue un aliment essentiel pour de nombreux mammifères. Sa composition est fascinante en raison de ses qualités nutritionnelles et de sa capacité à être transformé en divers produits dérivés (Bedjera, 2023).

I.2 Composition de lait

Le lait est une substance complexe composée d'eau, de graisses, de protéines, de lactose, d'enzymes, de minéraux, d'acides organiques et de vitamines (Millogo *et al.*, 2010).

Il contient également de nombreux autres nutriments indispensables qui jouent un rôle crucial dans diverses fonctions biologiques de l'organisme (Vuilleumard, 2018).

La composition du lait de vache varie selon différents facteurs liés aux animaux les principaux étant l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, et l'âge (Boumedine, 2017).

Tableau 2: composition moyenne du lait de vache (Alais *et al.* 2008).

Composants	Concentrations g/l
Eau	905
Glucides (lactose)	49
Lipides	35
Matière grasse proprement dite	34
Lécithine (phospholipides)	0.5
Insaponifiable (stérols, carotènes)	0.5
Protides	34
Caséine	27
Protéines solubles (globulines, albumines)	2.5
Substances azotées non protéiques	1.5
Sels et minéraux	9
De l'acide citrique	2
De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃) Du	2.6
chlorure de sodium (NaCl)	1.7
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces
Extrait sec total	127
Extrait sec non gras	92

I.2.1 Eau

L'eau constitue plus de 80 % du lait et joue un rôle essentiel grâce à sa polarité, qui permet la dissolution des glucides, des minéraux et la formation de solutions colloïdales avec les protéines hydrophiles. (Vuilleumard, 2018)

I.2.2 Protéines

Les protéines ont une haute valeur nutritionnelle et une composition particulièrement bien équilibrée en acides aminés indispensables (Leonil *et al*, 2001). Le taux moyen des protéines dans le lait est de 32g/L dont 70% de la caséine (Pougheon et Goursaud, 2001).

Matière protéique du lait varie entre 33 et 36 g/l et comprend deux grandes

classes :

- ✓ Les caséines (fraction colloïdale, ~80 % des protéines totales) : α s1, α s2, β et κ , cette dernière étant hydrophile grâce à sa fraction glycomacropéptidique. Les micelles de caséine (100–500 nm de diamètre) sont composées à 94 % de protéines et 8 % de minéraux, avec un point isoélectrique moyen de 4,65.
- ✓ Les protéines du lactosérum (fraction soluble, ~20 % des protéines totales) : riches en acides aminés soufrés, elles comprennent principalement :
 - β -lactoglobuline (~55 %, 162 aa, pI 5,1), capable de fixer la vitamine A et des acides gras,
 - α -lactalbumine (~22 %, 123 aa, pI 4,8), impliquée dans la synthèse du lactose,
 - Sérum-albumine bovine (~7 %, 582 aa),
 - Immunoglobulines (~13 %, classes IgA, IgG1, IgG2, IgM, IgE, pI 5,5 à 8,3),
 - Lactoferrine (en faible proportion) Thapon, (2005); Vignola, (2002); Debry, (2001).

I.2.3 Matière grasse

La matière grasse confère au lait la moitié de sa valeur énergétique, sa valeur est variable également comme les glucides (Gnadig *et al*, 2002).

La matière grasse du lait, composée principalement de triglycérides, phospholipides et cholestérol, représente 3,3 à 4,7 % du lait. Elle se présente sous forme de globules sphériques

entourés d'une membrane protectrice. Leur taille et leur nombre varient selon l'espèce Crogunnec *et al.*, (2008); Khalesi *et al.*, (2017).

Les triglycérides représentent environ 98 % de la matière grasse du lait, majoritairement mixtes, et sont composés de 65 % d'acides gras saturés (dont psalmique, myristique, stéarique) et 35 % d'insaturés (principalement oléique, linoléique). Les phospholipides, représentant environ 1 % des lipides totaux, incluent les lécithines, céphalines et sphingomyélines. Ils jouent un rôle important dans la saveur du lait et des produits laitiers (Vignola, 2002).

I.2.4 Glucides

Le lactose est le glucide le plus important du lait (40%), on ne le trouve nulle part ailleurs. C'est un disaccharide constitué de D- galactose et de D-glucose reliés par une liaison glycosidique β (1-4) (Pougheon, 2001). Il existe aussi d'autres glucides en faible quantité, comme le glucose et le galactose issu de l'hydrolyse du lactose.

Le taux de glucide varie en fonction de l'alimentation, de la race, de la saison, du stade de lactation de la génétique (Bimbenet *et al.*, 2000).

I.2.5 Minéraux

Les minéraux représentent 0,60 à 0,9 % du lait, majoritairement sous forme de sels, bases et acides. Leur composition varie selon l'alimentation et la saison. Le calcium et le phosphore sont les plus importants, assurant la structure et la stabilité des micelles de caséine (Vuilleumard, 2018).

I.2.6 Vitamines

Le lait est riche en vitamines, en l'occurrence la vitamine A et les vitamines du groupe B, principalement (B1, B2, B6, B12) (Potier et Courcy, 2001).

Le lait est considéré comme une bonne source de vitamine. On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B « riboflavine, niacine, biotine et thiamine » et vitamine C) fixées sur les micelles de caséine dispersées dans le sérum.

- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) liés à la matière grasse, localisé au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie. De 11 à 50 % de la vitamine A du lait se trouve sous forme de caroténoïdes et est à l'origine de la coloration jaune du beurre (Debry, 2001).

I.2.7 Enzymes

Les enzymes du lait, de nature protéique, synthétisé par les cellules ou des organismes vivants, catalysent diverses réactions biochimiques. Elles sont sensibles à la chaleur et aux variations de pH. Le lait contient principalement des hydrolases, des déshydrogénases et des oxygénases, chacune ayant un pH et une température optimaux d'activité (Vignola, 2002).

Les enzymes se trouvent sous forme de traces.

I.3 Caractéristiques physico-chimiques du lait

I.3.1 pH

Le pH normal du lait se situe entre 6,6 et 6,8, tandis que des valeurs inférieures à 6,5 ou supérieures à 6,9 sont considérées comme anormales. Une légère variation du pH peut avoir un impact significatif sur l'équilibre des minéraux et la stabilité de la suspension colloïdale de la caséine. Le pH du lait peut varier en fonction de l'espèce et des conditions climatiques, en raison des différences dans la teneur et la composition chimique, notamment en ce qui concerne la caséine et les phosphates (Vignola, 2002).

Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composées acides mais plutôt la concentration des ions H⁺ en solution, les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait (Amiot *et al.*, 2002).

I.3.2 Densité et masse volumique

Elle oscille entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20 °C, elle doit être d'au moins 1,028. Pour les laits de grand mélange provenant des laiteries, la densité est de 1,032 à 20 °C. En ce qui concerne les laits écrémés, leur densité dépasse 1,035. Cette mesure est effectuée à l'aide d'un appareil spécifique appelé « thermo lactodensimètre », qui est gradué

en millièmes. Des tables de correction sont disponibles pour ajuster la mesure en fonction de la température (Vierling, 2008).

I.3.3 Acidité

Acidité du lait Le lait contient principalement des protéines (caséine et lactalbumine) et des minéraux ce qui lui donne une certaine acidité, c'est l'acidité naturelle du lait (Amiot *et al.*, 2002).

L'acidité apparente (naturelle) se situe entre 0,13 et 0,17 % d'équivalent d'acide lactique. Le lait frais ne présente qu'environ 0,002 % d'acide lactique. Au cours de leur développement, les bactéries lactiques produisent de l'acide lactique $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ par la fermentation du lactose. Cette acidité nouvellement formée est appelée acidité développée. C'est cette acidité qui entraîne la dénaturation des protéines (Vignola, 2002).

L'acidité déterminée en laboratoire, appelée acidité titrable, prend en compte l'acidité naturelle et celle développée. Elle s'exprime en degré Dornic ($^{\circ}\text{D}$), où 1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait (Guiraud, 2003).

I.3.4 Point d'ébullition du lait

Le point d'ébullition est défini, selon Amiot *et al.* (2002), comme la température à laquelle la pression de vapeur d'une substance ou d'une solution égale la pression exercée. De la même manière que pour le point de congélation, le point d'ébullition est affecté par la présence de solides dissous. Il se situe légèrement au-dessus de la température d'ébullition de l'eau, soit $100,5^{\circ}\text{C}$.

I.3.5 Point de congélation du lait

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau, se situant entre $-0,52^{\circ}\text{C}$ et $-0,56^{\circ}\text{C}$, avec une moyenne de $-0,54^{\circ}\text{C}$ (Vuilleumard, 2018). Ce paramètre tend à diminuer en présence de matières solides. Un point de cryoscopie supérieur à $-0,54^{\circ}\text{C}$ indique qu'il y a eu ajout d'eau au lait (Nyokabi *et al.*, 2021).

Selon Aboutayeb (2011), Le point de congélation est la température de passage de l'état liquide à l'état solide.

I.3.6 Extrait sec

La teneur en extrait sec dans le lait de différentes espèces de mammifères varie d'extrêmes très différents : de 100 à 600 g/l. La raison de ces différences est principalement la teneur en matières grasses. Le lait de vache contient un extrait sec total de 125 à 130 g/L (Nyokabi *et al.*, 2021).

I.3.7 Viscosité

Viscosité La viscosité du lait est un paramètre complexe. Cette propriété est influencée par la concentration en taux butyreux et en caséine et par conséquent elle est considérée comme caractéristique importante de la qualité du lait (Ghaoues, 2010).

Tableau 3: Principales propriétés physico-chimiques du lait de vache (Thomas *et al.*, 2008).

Pression osmotique	$\sim 700,10^3 \text{Pa}$
Activité d'eau	$\sim 0,993$
Point d'ébullition	$\sim 100,15^\circ\text{C}$
Point de congélation	$\sim -0.53^\circ\text{C}$
Indice de refraction	1,3440-1,3485
Masse volumique (à 20°C)	$\sim 1030 \text{Kg.m}^{-3}$
Conductivité spécifique	$\sim 0,0050 \text{ohm}^{-1}.\text{cm}^{-1}$
Force ionique	$\sim 0,08 \text{Mol}$
Tension interfaciale (20°C)	$\sim 47-53 \text{N.m}^{-1}$
Viscosité (lait non homogénéisé)	$\sim 2,0.10^{-3} \text{Pa.s}$
Conductibilité thermique (à 20°C) (Lait à 3% de matière grasse)	$\sim 0,56 \text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Diffusivité thermique ($15-20^\circ\text{C}$)	$\sim 1,25.10^{-7} \text{m}^2.\text{s}^{-1}$
Chaleur spécifique	$\sim 3900 \text{J.Kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
pH (à 20°C)	6,6 -6,8
Acidité titrable	15 –17 ° D
Coefficient d'expansion thermique ($273\text{K}-333\text{K}$)	$0,0008 \text{m}^3.\text{m}^{-3}.\text{K}^{-1}$

Certaines caractéristiques physico-chimiques du lait notamment le pH, l'acidité titrable renseignent sur la qualité hygiénique du lait. D'autres comme le point cryoscopique de la densité permettent de détecter les fraudes (Nouiri, 2018).

I.4 Caractéristiques organoleptiques du lait

La qualité organoleptique du lait, incluant la couleur, l'odeur et la texture, se dégrade avec le temps. La durée de conservation, la température et leur interaction ont un impact significatif sur les attributs sensoriels globaux. Un lait de qualité organoleptique élevée se distingue par des caractéristiques spécifiques telles que la couleur, l'odeur, le goût, la viscosité, etc. (Raynaud, 2006).

I.4.1 Saveur

Le lactose présent dans le lait contribue souvent à une saveur légèrement sucrée, qui est agréable lorsqu'il est frais. En revanche, le lait traité (qu'il soit bouilli, pasteurisé ou stérilisé) présente une saveur différente de celle du lait cru. De plus, le lait provenant de vaches souffrant de mammites a un goût particulièrement désagréable. Au mois salé. Il en est de même pour le colostrum. L'alimentation des vaches laitières avec certains types d'ensilage peut conférer au lait une saveur atypique, en particulier amère (Ghaoues, 2010).

I.4.2 Couleur

Le lait présente une couleur blanche et opaque, avec une nuance qui peut varier vers le jaune. Cette coloration est attribuée à la présence de β -carotène et de matières grasses (Chudy *et al.*, 2020).

I.4.3 Odeur

L'odeur du lait est généralement faible, mais en raison de sa teneur en matières grasses, notamment celles qui sont volatiles, il peut absorber des odeurs animales. Ces odeurs sont souvent liées à l'environnement de la traite, à l'alimentation des animaux, ainsi qu'aux méthodes de stockage et de conservation. Une odeur aigre peut résulter d'une acidification causée par l'acide lactique (Kilcawley *et al.*, 2018).

I.4.4 Viscosité

La viscosité du lait est une caractéristique complexe, fortement influencée par les particules colloïdales qui sont émulsifiées et dissoutes. La quantité de graisse et de caséine a l'impact le plus significatif sur la viscosité du lait. De plus, la viscosité est également déterminée par divers paramètres technologiques (Rheotest, 2010).

I.5 Caractéristiques microbiologiques du lait

En raison de sa composition, le lait est un aliment privilégié : il renferme des graisses, du lactose, des protéines, des minéraux, des vitamines et 87 % d'eau. Son pH est de 6,7. De plus, Il est un substrat très favorable au développement des micro-organismes (Guiraud, 2003).

D'après Pradal (2012), on trouve dans la flore microbienne du lait deux types des germes :

- ✓ Les germes utiles qui sont les bactéries lactiques, qui ont un rôle dans la transformation du lactose de lait en acide lactique et par conséquent son acidification ; et les levures et moisissures qui jouent un rôle très important lors de l'affinage du fromage.
- ✓ Les germes indésirables ou les germes d'altération (spores butyrique, coliforme, pseudomonas...)
- ✓ Les germes pathogènes (staphylococusaureus, E. coli, listeria monocytogenès salmonella spp...) Ce qui demande une vigilance sur la qualité microbiologique du lait.

I.5.1 Flore originale

Le lait, lorsqu'il est collecté dans des conditions appropriées à partir d'animaux en bonne santé, présente une faible concentration de micro-organismes ($< 10^3$ germes/ml). Cette flore est principalement constituée de bactéries présentes dans le pis et les canaux lactifères. Les micro-organismes indigènes se composent majoritairement de streptocoques lactiques et de lactobacilles : *Micrococcus* sp (30-90 %), *Lactobacillus* sp (10-30 %), et *Streptococcus* sp ou *Lactococcus* (< 10) (Vignola, 2002 ; Vuilleumard, 2018).

La flore initiale des produits laitiers se caractérise par l'ensemble des microorganismes présents dans le lait au moment de sa sortie du pis, où les genres prédominants sont principalement des mésophiles (Vignola, 2002). On y trouve des microcoques, ainsi que des streptocoques lactiques et des lactobacilles. Ces microorganismes, dont l'abondance varie, sont étroitement liés à l'alimentation (Guiraud, 2003) et n'ont pas d'impact significatif sur la qualité du lait ni sur sa production (Varnam et Sutherland, 2001).

Tableau 4: Flore originelle du lait cru de vache (Vignola, 2002).

Microorganismes	Pourcentage (%)
<i>Micrococcus</i> sp	30-90
<i>Lactobacillus</i>	10-30
<i>Streptococcus</i> <i>Lactococcus</i>	<10
Gram négatif	<10

I.5.2 Flore de contamination du lait

La flore de contamination désigne l'ensemble des microorganismes présents dans le lait, depuis sa récolte jusqu'à sa consommation. Elle peut inclure une flore d'altération, responsable de défauts sensoriels ou de la diminution de la durée de conservation des produits, ainsi qu'une flore pathogène susceptible de provoquer des maladies chez les consommateurs de ces produits laitiers (Kabir, 2014).

Cette flore inclut les micro-organismes qui peuvent contaminer le lait, depuis la traite jusqu'à sa consommation. Elle peut comporter une flore d'altération, susceptible de diminuer la durée de conservation, ainsi qu'une flore pathogène, qui peut entraîner des problèmes de santé chez les consommateurs de ces produits laitiers.

Les principales sources de contamination du lait, depuis la ferme jusqu'à la laiterie, peuvent être résumées comme suit :

- À la ferme : les mains des trayeurs, la contamination par les animaux (queue et excréments), le nettoyage et la désinfection des équipements de traite, la collecte de lait provenant d'animaux traités avec des antibiotiques, ainsi que l'hygiène des étables et le renouvellement des laitières.

- Pendant le transport : des temps de transport excessifs, des températures trop élevées, et un nettoyage et une désinfection insuffisante des citernes, ou un mauvais séchage.

- Au centre de collecte : le contact des mains avec le lait lors des prélèvements, l'utilisation d'eau contaminée pour le nettoyage des équipements, une régulation inadéquate de la température des tanks réfrigérés, et une durée de stockage trop prolongée.

- À la laiterie : l'absence ou la mauvaise qualité du contrôle de la qualité du lait avant transformation, une hygiène insuffisante lors du conditionnement, ainsi que l'absence de traitements thermiques ou des traitements mal effectués, notamment le non-respect des normes (Vignola, 2002).

I.5.3 Flore d'altération

La flore d'altération provient de diverses sources telles que les étables, les laiteries, l'eau, les équipements et l'alimentation. Elle peut affecter la saveur, la texture et la durée de

conservation des produits laitiers, et peut entraîner la production de produits de qualité inférieure par le biais de l'acidification, de la protéolyse ou de la lipolyse. Les principaux genres reconnus comme flore d'altération du lait sont résumés comme suit :

a. Coliformes

Les coliformes sont définis comme des entérobactéries capables de fermenter le lactose et de produire des gaz à 30 °C. En effet, une quantité élevée de ces bactéries peut entraîner des intoxications alimentaires. Leur dénombrement est considéré comme un indicateur de contamination fécale, ce qui reflète ainsi la qualité hygiénique du lait (Aggad *et al.*, 2010).

b. Les levures

Grâce à leurs enzymes protéolytiques, les levures peuvent fermenter le lactose et l'utiliser pour produire des produits laitiers fermentés. Leur présence sur les surfaces de divers aliments tels que les yaourts, le beurre, la crème et la pâte de fromage est un signe de contamination qui affecte et modifie le goût ainsi que l'apparence (comme le gonflement des emballages) des produits (Poueme, 2006).

c. Les moisissures

Les moisissures, qui sont des champignons à structure filamenteuse, produisent des lipases et des protéases, et sont généralement considérées comme sans danger (en raison de l'absence de mycotoxines). Elles peuvent se multiplier et se développer sur une variété de produits (comme la poudre de lait, le yaourt, le beurre, la crème et le fromage), ce qui impacte leur qualité organoleptique et peut les rendre impropres à la consommation (Vignola, 2002).

I.5.4 Flore pathogène

Elle constitue une partie de la flore contaminante présente dans le lait. Des bactéries pathogènes pour l'homme peuvent se retrouver dans le lait cru ou dans les produits laitiers qui en sont issus. Ces bactéries ont la capacité de provoquer des troubles chez les consommateurs de ces produits.

Les bactéries les plus significatives de cette flore pathogène sont généralement des mésophiles, et les principaux microorganismes pathogènes liés aux produits laitiers incluent : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*,

Listeria monocytogenes, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, ainsi que certaines moisissures (Vignola, 2002).

II. Aptitudes de lait à la transformation

II.1 Qualité du lait

La qualité du lait est son aptitude à être conditionné en lait de consommation ou transformé en divers produits laitiers, sans difficultés technologiques, afin de couvrir les besoins nutritionnels des consommateurs en toute sécurité, c'est-à-dire, sans véhiculer de germes ou de substances qui entraînent des troubles quel qu'en soit la gravité (Cauty et Pérau, 2003).

Qualité de lait qui apte à la transformation comprend la composition du lait et le niveau de flores microbiennes susceptibles de se développer au cours de la fabrication et ou l'affinage D'après Delteil (2012), le lait est un produit de l'élevage dont une grande partie est transformée par les industries alimentaires ; fromages, yaourts, desserts lactés divers ou boissons aromatisées au chocolat, aux fruits, etc.

Remeuf *et al* (1991) ont également souligné que la capacité à transformer le lait en fromage dépend de plusieurs paramètres dont :

- Sa composition chimique.
- La nature de sa microflore et sa charge microbienne.
- Sa capacité à produire des bactéries lactiques.

II.2 Mécanismes de la coagulation

La coagulation du lait se traduit par une transformation irréversible du lait, passant de l'état liquide à un état semi-solide connu sous le nom de gel ou coagulum (Cecchinato *et al.*, 2012). Cette étape est cruciale pour la réussite de la fabrication du fromage, car les propriétés physicochimiques du gel influencent la capacité d'égouttage ainsi que les caractéristiques finales du fromage, les mécanismes impliqués dans la formation du coagulum varient complètement selon que ces changements sont provoqués par une acidification ou par l'action d'enzymes coagulantes (Hsieh et Pan, 2012).

II.2.1 Coagulation du lait

La coagulation du lait représente une méthode traditionnelle de préservation des protéines, des graisses, ainsi que d'une portion de calcium et de phosphore, dont les valeurs nutritionnelles et organoleptiques sont reconnues et appréciées par l'humanité dans presque toutes les parties du monde (Abiazar, 2007).

II.2.2 La coagulation acide

Le mécanisme de la coagulation par voie fermentaire aussi dite coagulation acide est induite par les ferments lactiques. Les genres *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, et *Streptococcus* sont les plus utilisés dans la technologie fromagère.

La coagulation acide est induite par l'acide lactique produit par des bactéries, qui convertissent le lactose en acide lactique. Avec la production d'acide, le pH du lait destiné à la fabrication de fromage diminue. Cela entraîne la solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, éléments essentiels à la stabilité des micelles de caséine. Ces micelles s'agrègent alors pour former un gel cassant, très friable et peu élastique, si l'acidification se fait rapidement par l'ajout d'un acide minéral ou organique, les caséines flocculent à un pH de 4,6, donnant lieu à un précipité plus ou moins granuleux dispersé dans le lactosérum. En revanche, une acidification progressive, obtenue par fermentation lactique ou par hydrolyse de la gluconolactone, aboutit à un gel lisse et homogène qui remplit entièrement le volume initial du lait, La concentration en protéines influence également le processus de coagulation acide. Un lait riche en protéines produira un caillé lactique plus ferme (Carole et Vignola, 2002).

II.3 Fromageabilité du lait

L'aptitude d'un lait à être transformé en fromage, appelée fromageabilité, constitue un facteur primordial pour les transformateurs. Cette aptitude peut être estimée indirectement à travers plusieurs critères, notamment les teneurs en matières azotées totales, protéines, caséines, calcium et sodium (Remeuf *et al.*, 1991).

La fabrication des fromages exige l'emploi d'un lait cru de haute qualité bactériologique et physico-chimique.

Remeuf *et al.* (1991) mettent en avant que la capacité du lait à être transformé en fromage, c'est-à-dire sa fromageabilité, dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels :

- sa composition chimique, notamment la quantité de caséines et la matière grasse.
- son interaction avec l'enzyme coagulante, la présure.
- sa capacité à favoriser le développement des bactéries lactiques, influencée par la présence de résidus d'antibiotiques.
- et enfin, sa charge microbienne ainsi que la nature de sa microflore.

II.3.1 Maîtrise de la fromageabilité du lait par la maîtrise des taux (TB, TP)

II.3.1.1 Critères d'aptitude pour la fabrication de fromage :

- comportement lors de la coagulation
- temps de raffermissement et consistance du caillé
- impact sur la texture du fromage.

Ces critères sont affectés par :

- Le taux de matière grasse TB pour un produit final à 45% de MG : un minimum est nécessaire pour le goût et la saveur (odeur + texture).
- Le taux de caséines dans le TP : une augmentation de la concentration en caséines du lait entraîne un meilleur rendement fromager. Cette hausse de rendement s'explique par un caillage plus rapide et la formation d'un gel plus ferme, capable de retenir davantage de particules (matière grasse et sels minéraux). En règle générale, le taux de caséines est proportionnel au TP. En effet, plus le taux protéique est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera bon.
- Teneur en matière minérale : La composante minérale du lait est essentielle dans le domaine de la technologie laitière, en particulier dans la fabrication du fromage (coagulation-synérèse et texture du caillé). En effet, toute variation dans la distribution minérale influence les caractéristiques technologiques des laits ainsi que les propriétés rhéologiques du coagulum. Eck A et Gillis (2006); Bousbia A *et al.*, (2018)

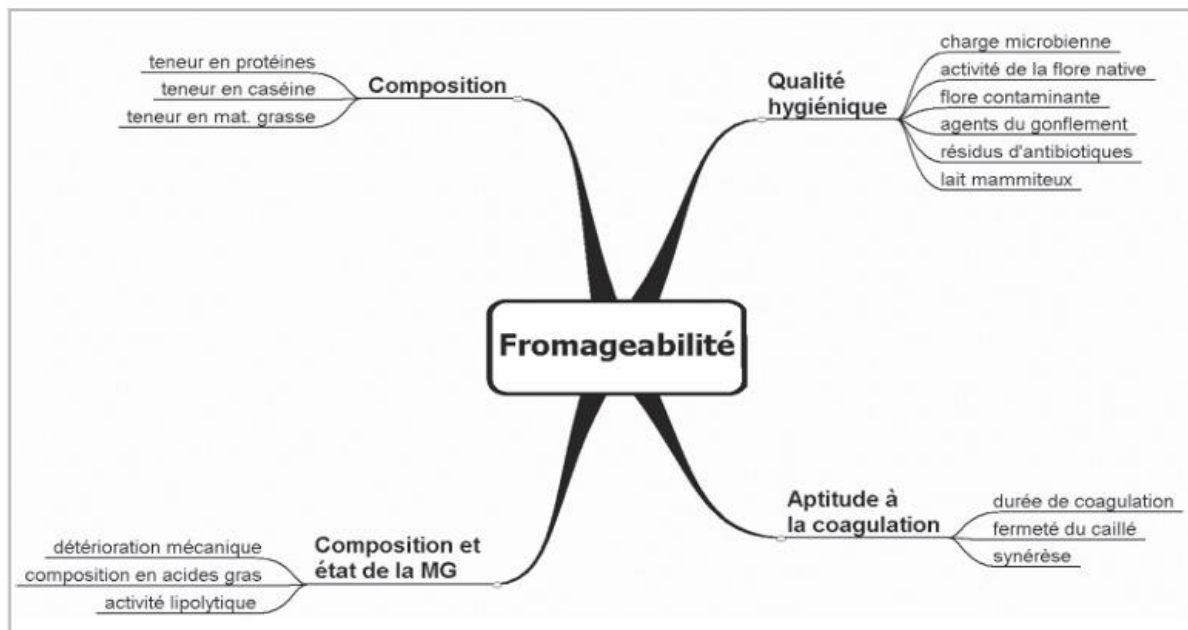


Figure 4: Critères de fromageabilité du lait (Jakob et Hänni, 2004).

II.4 Rendement fromager

II.4.1 Définition du rendement fromager

Le rendement en fromage (RF) est un paramètre économique important dans la production fromagère, car il détermine la quantité de produit final générée à partir d'une certaine quantité de lait. Une connaissance approfondie des facteurs qui affectent ce rendement permet d'optimiser les méthodes de fabrication et d'accroître la rentabilité des producteurs de fromage (Aiche I et Yahi A, 2023).

Le rendement fromager correspond à la quantité de fromage que l'on peut obtenir avec une quantité déterminée de lait. Le rendement global est calculé comme suit :

$$R = \frac{\text{Poids du fromage}}{\text{Nombre de litre de lait}} \times 100$$

Le rendement en fromage constitue l'une des données les plus cruciales pour une fromagerie. En effet, la quantité de fromage produite est généralement faible par rapport à la quantité d'ingrédients employés. Ainsi, de légers ajustements dans le rendement peuvent entraîner des répercussions économiques significatives (Cuvillier Delphine, 2005).

De nombreux auteurs ont proposé diverses formules pour estimer le RF en prenant en compte la composition du lait. Il existe plusieurs types d'équations qui se basent sur la composition du lait (élément principal) en intégrant un ou plusieurs paramètres : la teneur en protéines (PT) ou en caséine (C), la matière grasse (MG), les matières solides (TS) et les solides non gras (SNG), ainsi que le taux d'humidité (Hum%), le sel et la graisse du fromage FIL(1993); Jiménez *et al.*, (2002).

II.4.2 Relation entre TP, MG et Le rendement fromager

Une élévation du taux protéique est bénéfique pour le rendement fromager. On estime qu'une augmentation d'un point de TP se traduit par une production supplémentaire de 330 à 590 g de fromage pour 100 litres de lait. Plus précisément, c'est la concentration en caséines (les protéines coagulables) qui favorise ce rendement. En pratique, la mesure du TP dans le lait, provenant d'animaux sans mammites, constitue un excellent indicateur du taux de caséines, expliquant à elle seule 93 % des variations observées. Ainsi, au niveau de l'exploitation, améliorer le rendement fromager débute par une surveillance et une optimisation du TP.

Le rendement est également influencé par la teneur en matières grasses, mais dans une mesure bien moins significative que celle des protéines. En effet, lors de la coagulation, les caséines forment un réseau protéique qui retient les autres composants, notamment la matière grasse sous forme de globules.

Une augmentation de la teneur en matières grasses (MG) pourrait permettre d'obtenir entre 90 et 165 g de fromage pour chaque 100 litres de lait. Cependant, une teneur trop élevée en matière grasse peut causer des difficultés lors de l'égouttage et de la coagulation. Un caillé qui n'est pas suffisamment acidifié ou qui est emprésuré trop tôt risque de présenter des micelles très minéralisées, ce qui donne un caillé ferme, caoutchouteux et ressemblant à un flan. Ce type de caillé contient moins d'eau, car le calcium et le phosphore occupent les sites de fixation de l'eau, entraînant ainsi une augmentation du lactosérum égoutté (Delphine Cuvillier 2005).

II.4.3 Importance du contrôle du rendement fromager

Étant donné l'importance économique croissante pour la rentabilité de la production, un fromager industriel doit être capable d'estimer le « rendement » en fromage d'un lait qu'il reçoit « valeur fromagère du lait », c'est-à-dire la quantité de fromage qu'il pourra produire à partir d'une certaine quantité de lait. Cette connaissance préalable du rendement peut

considérablement diminuer la marge de sécurité coûteuse requise en raison de l'hétérogénéité des matières premières et des produits finis (Delphine Cuvillier 2005).

ETUDE

EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE III

MATERIEL ET

METHODES

I. Cadre de l'étude

L'étude menée est une évaluation de la qualité des laits obtenue d'une alimentation apportée aux bovins laitiers de race locale « Brune l'Atlas », améliorée par une complémentation à base de farine de noyaux de dattes. Cette complémentation alimentaire contribuera à l'amélioration de la qualité des laits par d'une part, une meilleure disponibilité des éléments fonctionnels et d'autre part, d'une flore d'intérêt technologique pour une meilleure aptitude à la transformation.

En effet, tester des options d'amélioration de l'alimentation par la valorisation des ressources localement disponibles soit par une complémentation stratégique à base de noyaux de dattes de la région d'Adrar, de la Daïra de Timimoune (variété Takarboucht), est l'une des options utilisées par les éleveurs pour essayer de couvrir les besoins de base des animaux et d'améliorer leur performance.



Figure 5: Datte de Timimoune « variété Takarboucht »

De plus cette amélioration de l'alimentation vise aussi à la préservation du patrimoine national en bovin laitier local, de sa production laitière et des produits laitiers typiques.

II. Méthodologie

II.1 Matériel biologique

II.1.1 Origine du complément alimentaire

Le complément alimentaire est issu du noyau de datte de la variété Takarboucht. Le choix de la variété de dattes de la région d'Adrar, de la Daïra de Timimoune, est pour la raison suivante : La farine du noyau de la variété Takarboucht présente les caractéristiques

nutritionnelles suivantes (voir tableau en annexe 1) : une richesse en matières sèches, en fibres, en cendres (minéraux : macro et microéléments) et avec la disponibilité complémentaire des principaux macro-nutriments (glucides, lipides et protéines).

Selon l'INRA (2018), pour garder les bovins laitiers en bonne santé, un bon niveau de production, une bonne qualité de lait et éviter les surcoûts, il est nécessaire de prendre en compte la disponibilité de tous les éléments nutritifs dont ont besoin les vaches laitières et au quotidien.

Ces éléments, indispensables aux bovins laitiers sont :

- ✓ des fibres, apportées par les fourrages et qui permettent le bon fonctionnement du rumen et donc la rumination
- ✓ de l'énergie, apportée par l'amidon présent dans les aliments et mesurée en UFL
- ✓ des protéines brutes ou matière azotée totale (MAT), apportée par l'azote (PDIN) ou par l'énergie (PDIE) de l'aliment
- ✓ des sels minéraux (phosphore, magnésium, calcium, sodium), oligo-éléments et vitamines

Un bon équilibre de la ration alimentaire, en qualité et en quantité, permet d'améliorer les performances de votre élevage bovin laitier ou allaitant.

II.1.2 Les animaux

Des lots homogènes de troupeaux ont été élaborés et composés chacun de 05 vaches multipares, à fort développement (poids corporel > à 450 kgs), cliniquement saines, âgées de plus de 04 ans, au même stade physiologique (en lactation) et dans les mêmes conditions d'élevage.

II.2 Lieu de la production laitière

L'élevage a été établie dans une exploitation d'élevage bovin de race locale « Brune de l'Atlas », au niveau du Mont de la Dahra de la région de Mostaganem, à l'ouest de l'Algérie et durant 04 mois (Du mois de février au mois de mai), soit en période de lactation des vaches, durant le printemps de l'année 2025. L'étude a porté sur les conséquences de

l'amélioration d'une ration de base unique par une complémentation alimentaire à base de farine de noyaux de dattes, à des vaches ayant des besoins communs en phase de lactation.



Figure 6: Situation géographique de l'exploitation agricole (DSA, 2024)

II.3 Plan alimentaire

Afin de déterminer l'impact d'une complémentation stratégique à base de noyaux de dattes, une ressource alimentaire ramenée de la wilaya d'Adrar : Deux traitements ont été appliqués aux 10 vaches en lactation mises en lots comme suit : 05 vaches complémentees après le vêlage (lot expérimental en période de lactation) et 05 vaches non complémentees durant toute la période de l'étude (lot témoin aussi en lactation). L'essentiel de l'alimentation de ces 10 vaches provenait de l'exploitation. En effet, la sécheresse qui sévit pour la troisième année consécutive, au niveau de la région de Mostaganem du Nord-Ouest Algérien à climat semi-aride, a induit à une gestion de l'alimentation. La ration fourragère mélangée RFM a été élaborée suivant les ressources de la ferme et avec le complément alimentaire :

La ration journalière améliorée (pour le lot de vaches expérimentales), complète de 25 kgs bruts/V est constituée à 35% de fourrages avec du foin de blé dur (8,75 kgs/V), du pâturage (06,25 kgs/V), d'ensilage d'orge (5 kgs/V), de tourteau de soja (2,5 kgs/V) et à 10% de farine de noyaux de dattes (2,5 kgs/V)

La ration journalière de base (pour le lot témoin), complète de 25 kgs bruts/V est constituée à 45% de fourrages avec du foin de blé dur (11,25 kgs/V), du pâturage (06,25 kgs/V), d'ensilage d'orge (5 kgs/V) et de tourteau de soja (2,5 kgs/V)

II.4 Lieu du suivi de la qualité des laits et période expérimentale

Le contrôle de la qualité des laits a été réalisée au niveau du laboratoire de recherche des Sciences et Techniques de Production Animale « LSTPA » de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Route de Hassi Mamèche.

Période expérimentale : du mois de Février 2025 au mois de Mai 2025.



Figure 7 : Situation géographique du laboratoire de recherche LSTPA de l'université Abdelhamid IBN BADIS de Mostaganem (Google MAPS)

II.5 Origine du lait suivi

Le lait de vache, de la race locale « Brune de l'Atlas » la Guelmoise provenait de la région montagnaise Mont de Dahra, situé au sud-est de la région de Mostaganem (voir figure 6)

II.5.1 Echantillonnage

Après la période d'application et d'adaptation alimentaire établie pendant un mois durant le mois de février. Un échantillonnage mensuel a été réalisé durant le mois de mars avec quatre prises de lait au niveau de l'exploitation d'élevage. Les prélèvements aseptiques réalisés ont été directement acheminés au laboratoire LSTPA à l'aide d'une glacière appropriée.

II.5.2 Techniques d'analyse**II.5.2.1 Analyses physico-chimiques des laits (IDF, 2018)**

Le Lactoscan (Référence : ZKN001(2023)), avec son principe d'analyse en spectroscopie infra-rouge, a été utilisé pour mesurer les paramètres physico-chimiques du lait :

F : matière grasse

D : densité

C : taux de cendre

S : matière sèche

P : protéine

T : température

pH : potentiel hydrogène

FP : point de congélation

L : lactose



Figure 8 : Lactoscan analyseur du lait en spectroscopie infra-rouge

II.5.2.2 Analyses physico-chimiques du caillé fromager (IDF, 2018)

- **Détermination de l'extrait sec**

Principe

La détermination de l'extrait sec total repose sur la dessiccation par un dessiccateur infra-rouge, de marque AXIS (Référence : RS232C, 2022) du caillé fromager à température contrôlée 105°C pendant 15 min.

Mode opératoire

Une pesée de 5 g de caillé fromager est étalée sur la surface de la coupelle tout en respectant la symétrie de l'étalement. A la fin de l'analyse, le taux de l'humidité sera affiché sur l'appareil et le taux de l'extrait sec est obtenu selon la formule suivante :

$$MS\% = 100 - H\%.$$

- **Détermination du pH (IDF, 2018)**

Après étalonnage avec des solutions tampons (pH 7,00 et pH 4,00), l'électrode du pH-mètre est pénétrée dans le caillé fromager. La valeur du pH est obtenue par simple lecture sur l'écran du pH-mètre.

- **Détermination de l'acidité titrable du lactosérum (IDF, 2018)**

Principe

L'acidité titrable correspond à la quantité d'acide lactique contenu dans le lactosérum. Elle est déterminée à partir d'un titrage acido-basique en utilisant une solution basique

Mode opératoire

Dans un bécher, Prélever 10 ml de lactosérum.

Ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine.

Remplir la burette avec la soude NaOH (0.1 N).

Verser goutte à goutte la soude dans le bécher.

Attendre l'apparition d'une coloration rose pâle persistante pendant 10 secondes.

Lire le volume en ml de soude versé indique l'acidité du lactosérum.

II.5.2.3 Analyses microbiologiques des laits

➤ Préparation des dilutions décimales

Pour établir une dilution décimale on introduit 1 ml de lait dans 9 ml d'eau physiologique stérile. Cette première correspond à la dilution (10-1). Les autres dilutions décimales s'effectuent de la même manière. (Jusqu'à atteindre la dilution 10-6)

➤ **Recherche et dénombrement des flores mésophiles aérobies totales**

A partir des dilutions décimales on a porté aseptiquement 0,1 ml sur une boîte de Pétri par dilution contenant le milieu P.C.A solidifié, puis le volume porté a été étalé à l'aide d'une pipette Pasteur (pliée à la flamme en étaleur). Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 à 48 h.

➤ **Dénombrement de la flore lactique**

Flore lactique aérobie

Le dénombrement a été effectué sur milieu M.R.S par étalement en surface de 0,1ml de chaque dilution. L'incubation s'est faite, en aérobie, à 37°C pendant 48 à 72 h (Labrie, 2015).

Flore lactique anaérobie

Le dénombrement a été effectué sur milieu M.R.S par étalement en surface de 0,1ml de chaque dilution. L'incubation s'est faite, en anaérobie, à 37°C pendant 48 à 72 h (Labrie, 2015).

➤ **Pré-identification de la flore lactique isolée**

Coloration de Gram

La coloration de Gram permet de distinguer deux types de bactéries, les bactéries Gram négatives et les bactéries Gram positives.

Coloration du frottis fixé à la chaleur au préalable au violet de Gentiane pendant une minute, puis traité pendant une minute par une solution de lugol, suivi d'un rinçage à l'eau distillée. Une décoloration en écoulement d'un solvant, de l'éthanol à 95 %, durant 2 à 3 secondes sur la lame maintenue inclinée. Un autre rinçage à l'eau distillée est effectué et on soumet le frottis à une contre coloration de 30 secondes à la Fuchsine. Après un bref rinçage, on sèche le frottis

au buvard et on l'examine à l'objectif à immersion (grossissement X 1000). Toutes les bactéries lactiques sont à Gram positif, elles fixent le violet de gentiane. (Savador, 2018).

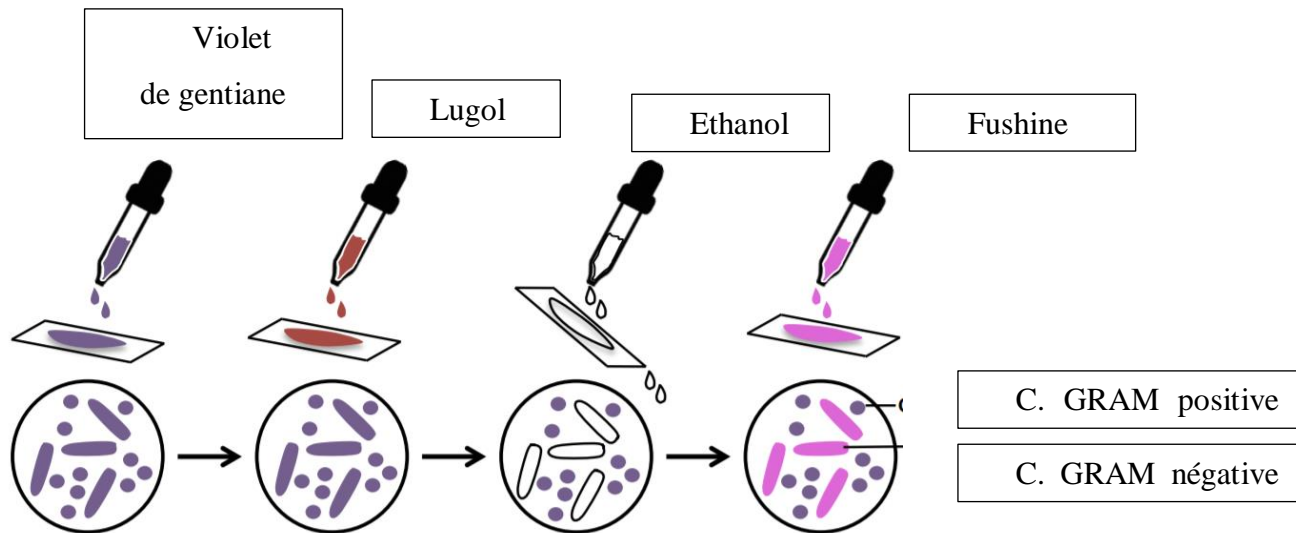


Figure 9: Procédure de la coloration de GRAM

Recherche de catalase

L’objectif de ce test est de différencier les bactéries lactiques des non lactiques (Zarour, 2018). Les bactéries lactiques sont catalase négative.

La catalase est une enzyme qui dégrade l’eau oxygénée (H₂O₂) en eau métabolique (H₂O) et oxygène (O₂). Une colonie est mise en suspension avec une ou deux gouttes de solution de peroxyde d’hydrogène (10 volumes) sur une lame, déposée sur une lame propre, la réaction chimique de dégradation d’eau oxygénée. La catalase s’exprime aussi tôt par l’apparition des bulles d’air (dégagement gazeux d’O₂) aisément discernable.

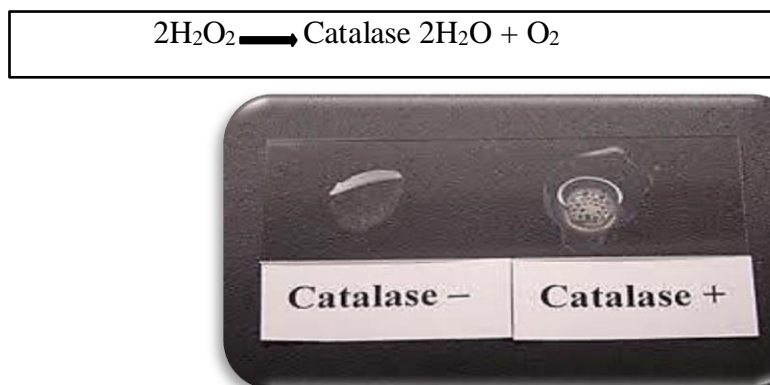


Figure 10 : Test de la catalase

Observation : Seules les bactéries à Gram positif et catalase négative ont été retenues.

➤ **Conservation des isolats**

Une conservation de longue a été employée pour une période de 1 à 6 mois à une température de -20°C. Elle s'est effectuée en mettant en congélation des cultures jeunes,ensemencées massivement sur milieux MRS à pH 6.8 et 5.4 ou dans du lait écrémé. L'ajout de 30% d'un cryoprotecteur est nécessaire (le glycérol) pour une bonne conservation (Meghoufel, 2019).

➤ **Identification et caractérisation des isolats**

Tests morphologiques

Cette étude est basée sur l'observation macroscopique et microscopique.

✓ **Examen macroscopique**

Ce test permet de mettre en évidence la morphologie de colonie obtenue sur boîtes de Pétri et à l'aide d'une loupe binoculaire. Les colonies isolées sont soumises à une observation macroscopique afin de déterminer les caractères cultureux : forme, aspect, taille, couleur, disposition et contour (Zergoug, 2017).

✓ **Examen microscopique**

L'observation microscopique par coloration différentielle nous permet de distinguer les isolats selon le type de Gram (positif ou négatif), leur morphologie (bacille ou coque) et leurs modes d'associations (isolés, en chaînettes ou en tétrades). Les bactéries lactiques sont à Gram+. (Tahlaïti, 2019).

II.5.2.4 Dénombrement de la viabilité de la flore lactique d'intérêt technologique

La méthode de dénombrement des suspensions fromagères est celle des dilutions successives décrite par Berodier (2005) Dahou *et al.*, 2015 et Montel *et al.*, (2012). Les dilutions sont préparées avec des tubes contenant 9 ml d'eau physiologique stérile. La plage de dilution varie de 10⁻² à 10⁻⁶. Les dilutions utilisées à partir du caillé fromager obtenu de la coagulation lactique. Pour chaque dilution, trois boîtes de Pétri seront ensemencées en surface par 100 µL de suspension. L'ensemencement se fera sur des boîtes de 90 mm de

diamètre, remplies de milieu M.R.S, au moyen d'une pipette Pasteur pliée en format étaleur enseigneur. Cette méthode permettra de dénombrer les colonies sur la totalité de la boîte ou par secteur.

La concentration moyenne en cellules viables est établie selon la relation suivante :

$$C \text{ (UFC/g)} = (C_1+C_2+C_3) \text{ XD} / 3xV$$

Où C (UFC/g) est la concentration en Unité Formant Colonie (UFC) par gramme, D est la dilution par rapport au caillé fromager, Ci est le nombre d'UFC pour la boîte i (Ci = 1 à 3) et V est le volume de la solutionensemencée (µL)

II.5.2.5 Lactofermentation des laits

Objectif du test

Obtenir une indication globale de l'aptitude des laits à la transformation d'un point de vue microbien (Kazeminia *et al.*, 2023).

Principe du test

Basé sur la coagulation acide du lait par floculation des protéines, ce test permet de suivre le comportement de l'écosystème microbien du lait dans des conditions définies par celles du test (couple temps / température) en observant, l'aspect du coagulum, l'effet de la croissance conjointe des différentes microflores du lait (compétition, synergie). Il permet d'émettre des hypothèses sur la prédominance de microflores d'altération et la charge microbienne globale des laits et de mesurer l'aptitude à l'acidification des laits (Axelsson, 2004). Voir protocole en annexe 3.

II.5.2.6 Appréciation de la coagulation lactique et de la formation du coagulum

Le principe de la coagulation est le changement d'état du lait de liquide à demi-solide qui est appelé gel ou coagulum. Grâce à un élément chargé positivement et contenant des ions H⁺, les charges négatives des caséines sont neutralisées. L'acide va déshydrater la micelle, ces micelles

vont donc se rapprocher. Elles se soudent entre elles avec des liaisons fortes et irréversibles. C'est la coagulation lactique (Xiuju *et al.*, 2022).

La méthode d'appréciation de la coagulation lactique est grâce à la détermination d'une fermeté normalisée pour une fermentation lactique maîtrisée. Cette fermeté est calculée pour une viscosité comprise entre 850 et 1100 centipoises (cp) pour un lait standardisé en ESD à 12,5% et utilisée comme fermeté cible pour les laits fermentés. Une stabilité de la fermeté du caillé lactique favorise une bonne rétention des matières solides dans une moyenne de 11,5 à 12 % pour un extrait sec initial du lait de 12,5% soit un taux de perte ne dépassant pas 1%.

Les tubes expérimentaux dans lesquels les gels de lait fermes seront obtenus entre 10 et 18 heures de fermentation doivent présenter des taux de rétention de matières solides plus élevés

et un taux perte faible compris entre 0,1 et 0,5% (référentiel de l'équipe de recherche du Laboratoire LSTPA et Dahou *et al.*, 2021).

L'optimisation de la coagulation lactique a été établie par un viscosimètre à bille qui a servi à mesurer la fermeté optimale du gel lactique après fermentation lactique en temps réel (par la flore lactique autochtone et une incubation à 37°C). Cette optimisation permet d'augmenter le taux de rétention des solides (rendement en extrait sec%) en déterminant la fermeté optimale des gels.

Le taux de rétention des MS a été calculé à l'aide de la formule suivante employée par l'équipe de recherche du laboratoire LSTPA :

$$\text{Taux de rétention des MS} = \frac{\text{Poids de la MS du lait} - \text{Poids de la MS du lactosérum}}$$

Poids de la MS du lait

II.5.2.7 Calcul du rendement fromager

Le rendement est généralement exprimé en kg de caillé fromager obtenu à partir de 100 litres de lait

Rendement	$\frac{\text{Poids du caillé fromager}}{\text{Nombre de litres de lait mis en}}$	x100
-----------	--	------

Pour pouvoir suivre l'évolution du rendement fromager, il est nécessaire de toujours peser les caillés fromagers obtenus au même stade et de les comparer à ceux issus de la même espèce et de la même technologie (Dahou *et al.*, 2021). Les valeurs obtenues de caillé fromager lactique frais sont mesurées en moyenne de 03 répétitions de pesée sur le même caillé obtenu.

II.5.2.8 - Détermination du rendement en MS ou en extrait sec total (EST)

Cette méthode consiste à une évaporation de l'eau de la prise d'essai dans un four Pasteur à une température de 103°C et de peser le résidu obtenu, selon la méthode IDF (2018). Dans une capsule métallique préalablement séchée, 25 g de sable sec sont mélangés avec 5 g de caillé fromager à l'aide d'une baguette en verre, l'ensemble est chauffé pour dessiccation dans un four pasteur pendant 3 heures à 103°C. Une fois le temps écoulé, la capsule est refroidie dans un dessiccateur contenant le gel de silicate. Après pesée, l'échantillon est réchauffé, refroidi et repesé dans les mêmes conditions précédentes. Cette opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant.

L'extrait sec total est déterminé en utilisant la formule suivante :

$$\text{EST} = \frac{C_2 - C_0}{C_1 - C_0} \times 100$$

C0 : Masse de la capsule + le sable + la baguette en verre (g).

C1 : Masse de la capsule + le sable + la baguette en verre + le caillé fromager (g) avant dessiccation.

C2 : Masse de la capsule + le sable + la baguette en verre + le caillé fromager (g) après dessiccation .

CHAPITRE IV
RÉSULTATS ET
DISCUSSION

I. Appréciation de la qualité physico-chimique des laits

L'aptitude du lait à la transformation s'apprécie à partir d'une qualité du lait pour une affectation technologique appropriée (Gele *et al.*, 2024 ; Lawrence *et al.*, 2015). Aussi l'intérêt nutritionnel du lait réside dans sa richesse en nutriments de base (protides, lipides et glucides) mais aussi en matière minérale.

Il paraît évident que l'analyse des laits avant leur transformation et leur caractérisation sur le plan physico-chimique peuvent aider à mieux orienter les technologues sur les possibilités de leur exploitation industrielle et leur valorisation efficace.

L'appréciation faite de la qualité physico-chimique des échantillons de lait expérimental et de lait témoin a donné une moyenne des résultats définis sur les tableaux 05 et 06: Résultats de l'expérimentation faite durant la période de haute lactation des vaches de race locale étudiées.

I.1 Matière sèche totale

D'après les résultats, nous constatons que les teneurs en matière sèche des échantillons de lait ont été comme définis sur les tableaux 06 et 07. Ces résultats, les comparant aux normes définies, par l'IDF (2018), pour la MS : de 11,5 à 13 % en EST.

Les échantillons de lait expérimental contrôlés ont eu une teneur moyenne en matière sèche conforme se situant entre 12,48 à 12,76%.

Alors que les échantillons de lait témoin ont eu une matière sèche inférieure à la norme se situant entre 10,27 à 10,57%.

Les valeurs obtenues dans cette étude, pour les échantillons témoins, sont proches de celles enregistrées par Belkheir *et al.* (2015) sur du lait produit par un cheptel bovin laitier local qui étaient de 10,9 % en MS pour des laits collectés, en haute lactation, dans la région de la grande Kabylie, Algérie. Dans l'Ouest Algérien, Bouamra *et al.* (2019), a trouvé des teneurs moyennes en MS de 10,4%.

Un déséquilibre dans le rationnement alimentaire du cheptel laitier influe sur la matière sèche du lait.

Par contre, on remarque sur la moyenne des résultats de la MS des échantillons de lait expérimental, une conformité aux normes de l'IDF (2018). La complémentation alimentaire

apportée aux bovins laitiers expérimentaux a apporté une certaine efficacité alimentaire qui s'est répercutée sur la composition du lait et sur l'extrait sec total.

I.2 pH

À travers nos résultats les valeurs du pH de nos échantillons de lait sont normalisées chez les vaches en production et se situe entre 6,82 et 6,88 (norme de l'IDF, 2018 de 6,6 à 6,8). Le pH est un indicateur de la fraîcheur du lait ainsi que de sa richesse en éléments nutritifs.

Toute baisse du pH en dessous de 6,4, favorise la solubilisation des minéraux, la déstabilisation des micelles de caséines conduisant à des pertes excessives au niveau du lactosérum lors de la transformation à influence directe sur la qualité et sur le rendement de nos fabrications surtout fromagères.

Tableau 5 : Résultats des analyses physico-chimiques du lait témoin

	T°C	pH	MS%	MG%	MP%	Lactose%	M.M%	P.C (°C)
1er prélèvement	8,3	6,82	12,76	2,68	3,10	4,65	0,67	- 0,541
2ème prélèvement	7,1	6,85	12,50	2,57	3,11	4,52	0,65	- 0,523
3ème prélèvement	6,4	6,82	12,48	2,52	2,98	4,46	0,64	- 0,516
4ème prélèvement	7,2	6,83	12,53	2,59	3,13	4,54	0,65	- 0,497

Tableau 6: Résultats des analyses physico-chimiques du lait produit

	T°C	pH	MS%	MG%	MP%	Lactose%	M.M%	P.C (°C)
1er prélèvement	9,1	6,88	10,53	1,94	2,64	3,9	0,56	- 0,442
2ème prélèvement	8,2	6,86	10,42	1,93	2,61	3,85	0,55	- 0,436
3ème prélèvement	6,8	6,85	10,27	1,90	2,58	3,8	0,54	- 0,430
4ème prélèvement	8,02	6,83	10,40	1,92	2,61	3,85	0,55	- 0,436

I.3 Matière grasse

D'après les résultats de la matière grasse obtenus, nous remarquons que les teneurs moyennes de nos échantillons de lait de vache « Brune de l'Atlas » la Guelmoise, sont inférieures aux normes IDF (2018) et varient entre 1,90 à 1,94% pour le lait témoin contre 2,52 et 2,68% pour le lait expérimental. La norme préconisée par l'IDF (2018) se situe entre 3 et 3,8%.

Les fluctuations des teneurs en matière grasse est sous l'influence de la génétique de la race locale qui produit des laits pauvres en MG (Bouamra *et al.*, 2019).

La richesse des laits en matière grasse caractérise la texture des produits laitiers fermentés qui dépend de la disponibilité dans le lait des acides gras insaturés (Gele *et al.*, 2024). En effet, en plus de la teneur en eau, les proportions d'acides gras qui se trouvent dans le lait déterminent la texture des produits laitiers fabriqués.

I.4 Matière protéique

Selon les valeurs moyennes obtenues, nous observons que les échantillons des laits de nos vaches laitières présentent des niveaux acceptables pour le lait expérimental autour de 3,1% alors que ceux du lait témoin sont < à 3% (autour de 2,6%) soit non définies pour une transformation laitière de classes A et B. En effet d'après Dahou *et al.* (2015), ce taux protéique est non recommandé soit pour la production des laits fermentés ou pour la transformation fromagère qui nécessitent un TP > à 3%. Selon les préconisations de l'IDF pour la transformation laitière il est nécessaire de produire des laits atteignant l'ordre de 3,1 à 3,4% de MP.

Après la détermination de la matière grasse et de la matière protéique, Le rapport taux butyreux sur le taux protéique TB/TP (MG/MP) est un paramètre essentiel à contrôler au niveau des industries laitières pour l'orientation des laits à la transformation. En effet ce paramètre est important dans l'élaboration des produits dérivés du lait. D'après les valeurs moyennes calculées, le rapport TB/TP (1,9/2,6) des échantillons de lait témoin est de 0,73 ceux de lait expérimental (produits à partir d'une complémentation alimentaire à base de farine de noyaux de dattes) ont eu respectivement un TB/TP (2,6/3,1) de 0,83. Selon l'IDF (2018), en industrie fromagère, ce rapport ne doit pas dépasser 1,2. Le niveau moyen de ce rapport dans notre étude est inacceptable pour une technologie fromagerie diversifiée et s'adapte le mieux au fromage à

pâte fraîche maigre en MG. En effet la réussite d'un élevage laitier, est par l'obtention des TB/TP des laits aux seuils de l'équilibre avec des valeurs comprises entre 1 et 1,15 et sans dépasser la valeur maximale de 1,2.

D'après Dahou *et al.* (2021), le rapport TB/TP, dépend beaucoup de la génétique du troupeau et de la sélection animale pour une production laitière spécifique à une technologie, mais ils peuvent aussi être influencés par la conduite. Pour favoriser ou agir sur les taux, et notamment le taux butyreux du lait, il est indispensable d'avoir une ration équilibrée en énergie et en protéines.

I.5 Le lactose

Le taux lactose dans nos laits est représenté comme suit par rapport aux normes IDF (2018) (définies entre 4 et 5%).

Ces taux moyens varient comme suit

Inférieurs à 4 % pour les laits témoins, contre 4,46 et 4,65% pour les échantillons de lait expérimental.

La ration complémentaire a complété la déficience alimentaire en sucres totaux et s'est répercutée sur l'amélioration du taux de lactose des laits produits.

La maîtrise de cet élément fonctionnel nécessaire à la transformation laitière (en fermentation lactique). En tant que sucre disaccharide présent en solution dans le lait, généralement le principal élément solide du lait utilisés par les bactéries lactiques en fermentation lactique pour produire de l'acide lactique nécessaire à la coagulation lactique, une étape majeure dans la fabrication des produits laitiers ou dans la transformation fromagère.

I.6 Teneur en matière minérale

D'après les résultats obtenus, les valeurs moyennes obtenues en matière minérale sur les échantillons de laits étudiés (expérimentaux et témoins) sont en dessous de la norme tolérable par l'IDF (2018) : entre 0,54 et 0,67% pour une norme de 0,7 à 0,8%. La complémentation alimentaire apportée par la farine de noyaux de datte a augmenté la fraction

minérale du lait expérimental de 0,13% mais sans atteindre la norme définie par l'IDF. La fraction minérale du lait joue un rôle important en technologie laitière et plus précisément fromagère (coagulation-synérèse et texture du caillé fromager). En effet toute modification dans la répartition minérale se répercute sur les propriétés technologiques des laits et les propriétés rhéologiques du coagulum (Eck et Gillis, 2006)

I.7 Taux de mouillage

Le mouillage du lait a été vérifié par cryoscopie du lactoscan conformément au protocole expérimental de la méthode décrite par Vignola, 2010.

Le mouillage d'un lait est une opération frauduleuse qui consiste à ajouter de l'eau au lait normal. Le mouillage entraîne l'abaissement des teneurs en éléments constitutifs du lait et par conséquent la diminution de son extrait sec et une élévation de son point de congélation qui

tendra vers 0°C. Selon l'IDF (2018), la norme du point de congélation d'un lait normal est comprise entre -0,525°C et -0,540°C

Nos résultats obtenus, montrent que nos échantillons de lait témoin sont dans l'ensemble non conformes par rapport à ceux du lait expérimental. En effet, les laits témoins ont eu une valeur moyenne en point de congélation de -0,430 à -0,442°C, contre -0,497 à -0,541°C (avec un léger taux de mouillage de 0,2% pour le lait témoin). On constate de légères fluctuations entre les laits expérimentaux qui sont dues d'une part à l'alimentation complémentaire et d'autre part à l'abreuvement différent qui a engendré des légers taux de mouillage mais qui restent dans la fourchette de conformité établie par l'IDF (2018).

II. Appréciation de la qualité microbiologique des laits

La connaissance de la qualité microbiologique des laits est nécessaire à l'orientation technologique des laits. Les résultats des dénombrements microbiologiques en flore totale et en flores lactiques sont définis sur les tableaux 07 et 08

Tableau 7 : Dénombrement microbiologique sur le lait expérimental							
Dénombrement Microbien	Dilution 10^{-1}	Dilution 10^{-2}	Dilution 10^{-3}	Dilution 10^{-4}	Dilution 10^{-5}	Dilution 10^{-6}	Comptage retenu (UFC/ml)
Flore totale (colonies)	37	21	18	8	1	0	10^5
Flore lactique en aérobie (colonies)	15	9	6	3	0	0	$3 \cdot 10^4$
Flore lactique en anaérobie (colonies)	9	6	2	1	0	0	$1 \cdot 10^4$

Tableau 8 : Dénombrement microbiologique sur le lait témoin							
Dénombrement Microbien	Dilution 10^{-1}	Dilution 10^{-2}	Dilution 10^{-3}	Dilution 10^{-4}	Dilution 10^{-5}	Dilution 10^{-6}	Comptage retenu (UFC/ml)
Flore totale (colonies)	48	26	21	13	0	0	$13 \cdot 10^4$
Flore lactique en aérobie (colonies)	13	7	6	0	0	0	$6 \cdot 10^3$
Flore lactique en anaérobie (colonies)	2	1	0	0	0	0	10^2

La flore aérobie totale est considérée comme un indicateur général de qualité globale du lait produit par l'exploitation d'élevage. Elle révèle les conditions de production, plus particulièrement les pratiques hygiéniques lors de la traite. Les résultats moyens obtenus comparant les échantillons de lait témoin, des échantillons de lait expérimental (tableaux 07 et 08) permettent de constater une différence notable : une moyenne de 1.10^5 UFC/ml pour les laits expérimentaux issus d'une complémentation alimentaire contre 13.10^4 UFC/ml pour ceux témoins (sans complémentation alimentaire). Les valeurs relevées sur les échantillons de laits analysés se situent dans la norme de la FAO et FIL (2005). La norme $\leq 5.10^5$ UFC/ml pour les laits destinés à la transformation fromagère (voir normes de qualité en annexe). Les résultats moyens obtenus sont inférieurs à ceux trouvés par des études menées sur la même région (Medjahed *et al.*, 2021 ; Meskini *et al.*, 2020) et sont presque identiques, à ceux trouvés par plusieurs auteurs dans divers pays par Montel *et al.* (2012) et Richard (2016). La caractérisation de la diversité bactérienne constitue un excellent outil de diagnostic des élevages à travers l'exploration de leur lait cru. Dans notre cas, l'élevage des bovins laitiers locaux suivi a permis d'obtenir des laits de vache de qualité hygiénique de 1ère classe, attestant les bonnes conditions de conduite des élevages et de suivi prophylactique.

Après le dénombrement des bactéries lactiques, une étude de leur morphologie a été établie par une description de l'aspect, de la couleur et de la taille des colonies bactériennes obtenues. Celle-ci a été suivie par une coloration différentielle de Gram pour écarter les flores non lactiques.

Les tests biochimiques classiques ont révélé que l'ensemble des isolats de bactéries lactiques ont été Gram positif et catalase négative.

Dans notre étude, nous avons aussi dénombré la présence d'une flore lactique dominée au niveau de l'exploitation d'élevage par des bactéries lactiques se développant sur le milieu MRS : 3.10^4 ufc/ml pour la flore lactique en aérobie et 1.10^4 ufc/ml pour la flore lactique en anaérobie, respectivement pour les échantillons de lait expérimental contre une disponibilité sur le lait témoin de seulement 6.10^3 ufc/ml de bactéries lactiques aérobies et de 1.10^2 ufc/ml de bactéries lactiques anaérobies). Voir tableaux 07 et 08.

La connaissance de la diversité des flores lactiques fut d'abord acquise par des méthodes de dénombrement et d'isolement suivi d'une identification classique des isolats présumés.

Cette dernière a permis de recenser 15 isolats présumés pour les échantillons de lait expérimental, répartis comme suit :

- 54% Lactococcus soit 08 souches présumées
- 33% Lactobacillus soit 05 souches présumées
- 13% Pediococcus soit 02 souches présumées

Et 07 isolats présumés pour les échantillons de lait témoin :

- 57% Lactococcus soit 04 souches présumées
- 29% Lactobacillus soit 02 souches présumées
- 14% Pediococcus soit 01 souche présumée

La comparaison des résultats obtenus dans ce travail avec ceux des autres travaux sur des laits similaires en Algérie (Dahou *et al.*, 2015 ; Medjahed *et al.*, 2021), mais aussi dans d'autres pays (Axelsson, 2004 ; Labrie, 2015 ; Montel, 2012), permet de conclure que les laits de l'exploitation d'élevage du bovin laitier local de race « Brune de l'Atlas » la Guelmoise présentent une biodiversité en flore lactique utile leur conférant ainsi des aptitudes technologiques diverses à valoriser.

D'après l'IDF (2018), les lactocoques lactiques jouent un rôle essentiel dans la production de laits fermentés et de fromages. Ils peuvent être présents en tant que bactéries lactiques autochtones et constituer des éléments naturels issus directement avec le lait produit par la lactation.

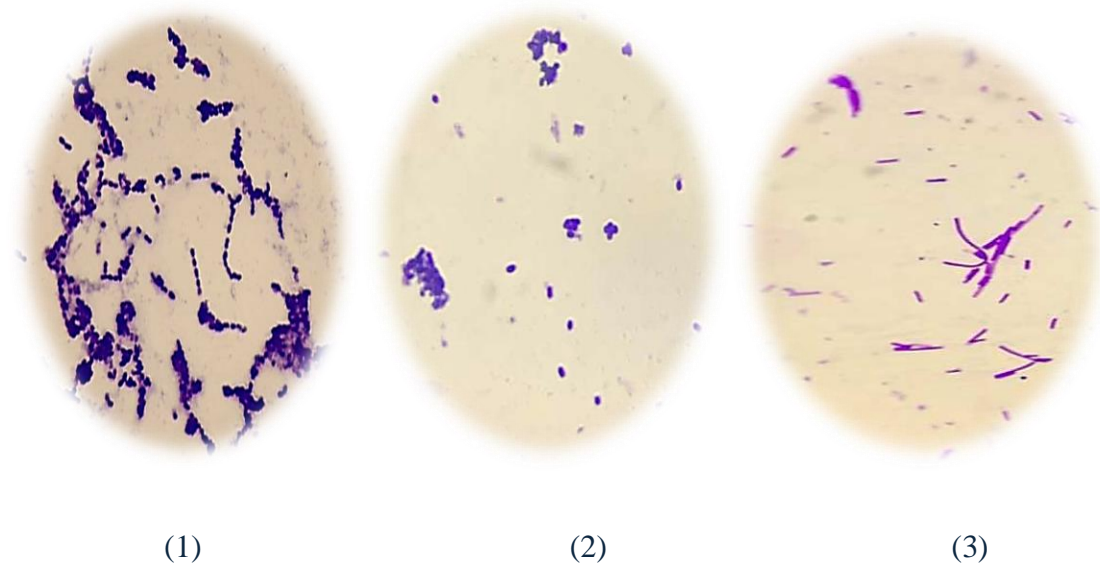


Figure 11: Observation microscopique des isolats obtenus : (1) *Lactococcus*, (2) *Pediococcus*, (3) *Lactobacillus*

Lactococcus dans les laits frais est un bon indicateur de qualité technologique. En biotechnologie, *Lactococcus lactis* est une bactérie lactique dominante des laits et dérivés, de la famille des Streptococcaceae, homofermentaire, son métabolisme est hétérotrophe, anaérobie aérotolérante. Sa température optimale de croissance se situe aux environs de 37 °C. Elle est dite mésophile.

Lactobacillus est une bactérie lactique de la famille des Lactobacillaceae :

- croissant à des températures comprises entre 35-45 °C pour la plupart des souches et ne croissant pas à moins de 15 °C et à plus de 45-48C
- anaérobie (c'est la bactérie lactique la moins tolérante à l'oxygène)

Enfin, *Pediococcus* joue un rôle essentiel dans la production de laits fermentés et dans l'affinage des fromages à pâte fraîche et à pâte molle.

II.1 Lactofermentation des laits

Le test réalisé sur les laits a donné une indication globale d'une part sur l'aspect des coagulums obtenus après fermentation - coagulation par acidification et sur la nature des flores présentes et leurs synergies (voir figure 12).

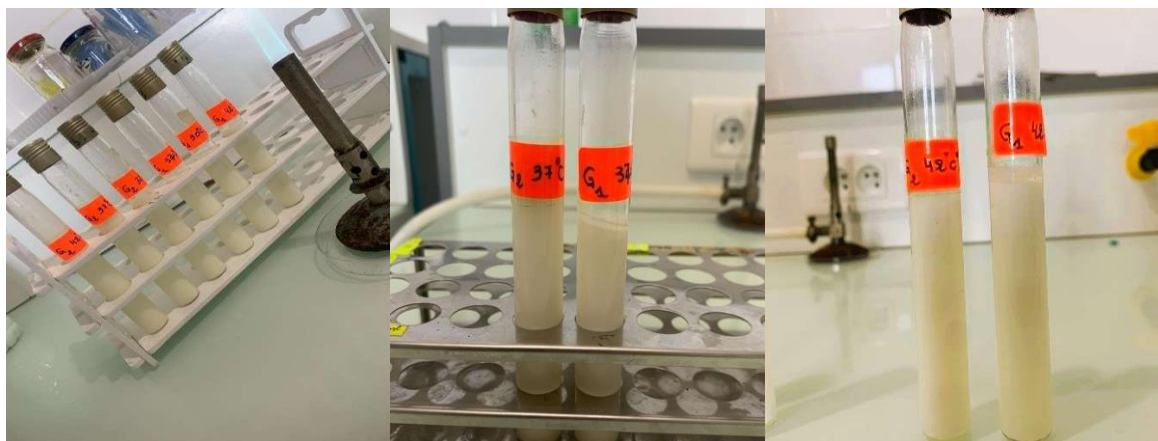


Figure 12 : Test de lactofermentation réalisé sur les échantillons des 02 laits

ayant eu la complémentation alimentaire ont présenté des gels lactiques homogènes et avec des coagulums fermes. Ces résultats prouvent la dominance de la flore lactique d'intérêt au niveau des laits produits. Les vaches locales de race « Guelmoise » produisent des laits avec de bonnes aptitudes à la biofermentation ce qui les orientent en transformation laitière à la fabrication des laits fermentés ou à la transformation fromagère avec une standardisation biologique et physique préalable.

Les laits témoins (issus de vaches n'ayant pas eu une complémentation alimentaire) ont donné, après fermentation lactique, des gels avec des coagulums irréguliers et avec une légère exsudation de sérum. Ces laits affaiblis en éléments fonctionnels (MG et MP) seront orientés en transformation laitière à la fabrication des laits fermentés.

II.2 Coagulation lactique et viscosité du coagulum

Les résultats sont exprimés au niveau des tableaux 09 et 10.

La moyenne de la durée de la coagulation lactique totale (après une fermentation lactique) issue du lait expérimental est de 14 heures avec une viscosité du caillé lactique de 1050 cp et un ES de 10,93% de soit une perte de 0,11% (<à 1%)

La moyenne de la durée de la coagulation lactique totale (après une fermentation lactique) issue du lait témoin est de 16 heures avec une viscosité du caillé lactique de 790 cp et un ES de 7,52% de soit une perte de 0,36% (<à 1%)

La fermeté normalisée pour une coagulation lactique est calculée pour une viscosité comprise entre 850 et 1100 centipoises (cp) pour un lait standardisé en ESD à 12,5% et utilisée comme fermeté cible pour les laits fermentés. Une stabilité de la fermeté du caillé lactique favorise une bonne rétention des matières solides dans une moyenne de 11,5 à 12 % pour un extrait sec initial du lait de 12,5% soit un taux de perte ne dépassant pas 1%.

Tableau 7: Qualité physico-chimique du coagulum obtenu à partir du lait expérimental

	PH	Acidité °D	MS %	Durée de la fermentation (heures)	Viscosité du coagulum (Cp)	Rendement fromager%
Lait fermenté	4,68	98	11,22	14	1050	/
Coagulum obtenu	4,72	/	10,93	/	/	44,73
Lactosérum	4,63	112	1,28	/	/	/

Tableau 8: Qualité physico-chimique du coagulum obtenu à partir du lait témoin

	PH	Acidité °D	MS du lait fermenté %	Durée de la fermentation (heures)	Viscosité du coagulum (Cp)	Rendement fromager%
Lait fermenté	4,82	87	8,02	16	790	/
Coagulum obtenu	4,74	/	7,52	/	/	33,90
Lactosérum	4,67	95	2,98	/	/	/



(1)

(2)

Figure 13 : Coagulums fromagers obtenus : (1) du lait témoin, (2) du lait expérimental

Les tests technologiques qui ont nécessité une mise au point par un viscosimètre à bille pour la détermination de la vitesse de formation du coagulum. La fermeté maximale du gel est correctement déterminée après la coagulation totale du lait obtenue à l'atteinte du pH iso-électrique. L'aptitude fromagère des laits issus de vaches alimentées avec une ration complémentaire a été améliorée par une augmentation du niveau des apports énergétiques du complément « farine de noyaux de dattes ». Ainsi à partir des résultats obtenus, on peut confirmer que la nature de la complémentation alimentaire peut modifier l'aptitude fromagère des laits. Ainsi, la farine de noyaux de dattes a permis d'obtenir des laits d'une meilleure qualité fromagère comparativement à la ration de base avec laquelle le taux protéique était inférieur aux normes des laits fromagers (IDF, 2018). La quantité de caséine dans la fraction protéique et une teneur en matière minérale adaptée peuvent tamponner les laits pauvres issus de nos bovins laitiers locaux pour une transformation fromagère adaptée.

II.3 Rendement fromager

Les valeurs obtenues en fromage lactique frais sont en moyenne de 33,90 kg / 100 litres de lait témoin et de 44,73 kg / 100 litres de lait expérimental. Les résultats confirment ceux de Dahou *et al.* (2021). Car toute augmentation du taux protéique (TP), issue des bonnes pratiques alimentaires, est favorable au rendement fromager.

L'important est surtout d'établir des repères propres aux potentialités laitières de chaque cheptel. D'après Xiuju et Zhengtao (2022), il a été observé, au niveau de la même ferme, pour une même alimentation, une différence de rendements fromagers produits par trois races laitières : 28 à 30 kg/ 100 litres de lait pour la race frisonne, 32 à 35 kg/ 100 litres de lait pour la race montbéliarde contre 40,5 à 41 kg/ 100 litres de lait pour la race Prim' Holstein. Pour l'IDF (2018), suivant les paramètres de fabrication, pour des fromages à caillé lactique, il faut viser un rendement entre 25 kg et 40 kg de fromage pour 100 litres de lait. Il est aussi important de noter que les fromages moulés en multi-moule s'égouttent plus vite et ont donc un rendement plus faible au démoulage que les fromages séparés par centrifugation où la teneur d'humidité est déterminée suivant le produit fini ciblé. Le rendement, ce n'est pas que de la matière sèche. Logiquement, un caillé qui retient de l'eau aura un meilleur rendement fromager soit au démoulage, soit après séparation physique .

CONCLUSION

Conclusion

Conclusion

La maîtrise de la production et de la qualité du lait à sa transformation et à sa fromageabilité passe par la connaissance des facteurs à influence directe sur la variation de sa teneur en éléments fonctionnels d'intérêt. Cette variation est en rapport avec les quantités de matières alimentaires ingérées et digérées, les quantités de lait produites qui ont chacune un déterminisme différent. Il est indispensable dans notre cas de maîtriser les apports nutritifs de la ration alimentaire pour une efficacité alimentaire qui va permettre d'une part d'améliorer la productivité des vaches et d'augmenter la synthèse des éléments fonctionnels biotechnologiques dans le lait sans compromettre l'état sanitaire et la carrière des animaux.

L'étude menée a permis de démontrer que la production laitière des vaches peut être améliorée en période de lactation par une complémentation stratégique après la mise-bas avec des ressources alimentaires localement disponibles. L'apport du complément de farine de noyaux de dattes a eu comme résultat une amélioration de la qualité des laits produits par une meilleure disponibilité des éléments fonctionnels et la stimulation d'un écosystème microbien laitier d'intérêt à la transformation laitière avec une typicité et un rendement optimisé grâce au contrôle précis de la fermeté du gel à la coagulation lactique. En effet l'objectif de cette étude a été atteint, la complémentation alimentaire par la farine de noyaux de dattes a nettement amélioré la disponibilité des éléments fonctionnels du lait pour une bonne fermentation lactique et d'autre part a permis aussi d'optimiser la rétention des matières grasses et des protéines dans le coagulum fromager à la coagulation tout en maintenant le niveau d'humidité à un niveau contrôlé.

Tenant compte des résultats de l'étude, plusieurs facteurs influencent la composition du lait de vache. Les plus importants sont la race et le stade de lactation. L'alimentation joue également un rôle majeur, en effet, une composition de la ration et une technique d'alimentation optimisée permettant d'éviter des fluctuations trop fortes des teneurs du lait. L'approvisionnement énergétique, par une complémentation alimentaire est capital pour les taux butyrique et protéique et sur le développement du microbiote digestif à influence directe sur la microflore naturelle du lait. Une bonne pratique alimentaire doit se baser :

- Sur le choix des sources azotées pour la complémentation protéique,
- Sur une fibrosité suffisante de la ration,

Conclusion

- Sur une complémentation alimentaire énergétique étudiée.

L'étude nous a démontré aussi que la sauvegarde et la valorisation de la diversité des races bovines laitières est une meilleure action à la promotion des liens entre des acteurs locaux, leurs territoires, leurs pratiques en agro-élevage. En effet, la race du cheptel laitier ne peut être dissociée des pratiques d'élevage et plus précisément des systèmes d'alimentation.

En perspectives, L'identification des laits et de leurs dérivés de qualité liée à l'origine et leurs potentiels est aussi une démarche pour la préservation du patrimoine local et pour le développement durable de l'activité de production et de transformation laitière.

Cette approche offrira l'opportunité, au-delà d'une simple valorisation des produits laitiers, de renforcer le rôle et le statut des artisans laitiers actuellement fragilisés en milieu rural, de développer un secteur de la micro-économie locale, de se positionner plus facilement par rapport à des options de micro-entreprises et de créer un réseau de liens.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abdelli, R., Sadia, Y., Kaouche, S., Benhacine, R. 2021. Etat des lieux de la filière laitière en Algérie et perspectives de développement. [Algerian Journal of Arid Environment](#) 11(1):4-14

Abiazar r., 2007 : Complexation des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus, thèse agrorparistech, 142p.

Aboutayeb R. (2011). Technologie du lait et dérivés laitiers. Composition, physico Chimie et microbiologie du lait, <http://www.azaquar.com>.

Agabriel J., Pomiès D., Nozières, M O., Faverdin P. (2007). Principes de rationnement des ruminants. In : INRA, Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. Quae, Paris : 9 22.

Agency (EPA), U. S. (n.d.). Agricultural Definitions – Greenhouse Gas Reporting

Alais C, Linden G et Miclo L. (2008). Biochimie alimentaire, Dunod 6èmeédition. Paris. pp:86-88.

Aggad H., Bridja M., Bouhai A., Benaouali M. And Djebli A. (2010). Some Quality Aspects of Pasteurized Milk in Algeria. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 5 (1), 21-24.

Agricole Forum. (2023). Quelle est l'alimentation d'une vache laitière.

Agryco. (2023). Les bases de l'alimentation des bovins : guide complet.

Aiche, I., & Yahi, A. (2024). Formulation d'un fromage à base d'un coagulant végétal : le latex du figuier (*Ficus carica*) (Mémoire de fin de cycle, Master professionnel, Université Saad Dahlab Blida 1). Université Saad Dahlab Blida 1 – Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Al-Farsi A.M., Lee C.Y. (2008). Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. *Food Chemistry*. 108: 977-985.

Al-Farsi M. A., & Lee C. Y. (2011). Usage of date (*Phoenix dactylifera* L.) Seeds in

Références bibliographiques

Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R et Turgeon H., (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN :3-25-29 (600 pages).

Belguédj, M., Ammar, S., Athmani, L., & Bekki, A. (2019). Composition nutritionnelle et composés bioactifs des fruits du palmier dattier algérien (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Food Quality*, 2019, 1-7.

Belkheir, B., Ghozlane, F., Benidir, M., Benahmed, N., et Agguini, S. 2015. Production laitière, pratiques d'élevage et caractéristiques du lait en exploitations bovines laitières en montagne de Kabylie, Algérie. *Livest. Res. Rural Dev.* 27(8) : 145. Disponible depuis www.lrrd.org/lrrd27/8/belk27145.html.

Benabdeli K., 2020 : Filière lait en Algérie « Le parent pauvre de l'agriculture » (<https://www.cresus.dz/filiere-lait-en-algerie/>).

Ben Salem, H., & Znaïdi, S. (2019). "Valorisation des sous-produits de l'agriculture en alimentation animale dans les zones arides de la Méditerranée." *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 72(2), 97-104.

Benguega, S. (2013). Utilisation de blocs multinationnels en alimentation des ovins et caprins dans les zones arides : Cas de la région d'Ouargla [Mémoire de master, Université Kasdi Merbah Ouargla]. Université Ouargla. <https://dspace.universitouargla.dz/jspui/handle/123456789/4195>

Berodier A., 2005 Auteur principal. Quelles sont les évolutions de la flore microbienne dans les laits et les fromages ? Comité interprofessionnel du comité-Av .de la Résistance B.P 26-39801 Poligny cedex créé le 01/06/2005 modifiée le 30/08/2005.

Bessaoud., J-P. Pellissier., J.-P. Rolland., W. Khechimi., 2019. Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM. , n°64. 82 p.

BIMBENET, 2000. Génie des procédés alimentaires (des bosses aux applications). Ed. Paris ; DUNOD. 553 P.

Références bibliographiques

Bouamra M., Doubbi Bounaoua L., Si Djilali M. Et Ghozlane F. 2019. Qualité physicochimique du lait de vaches Prim'Holsteins et Montbéliardes dans l'Ouest algérien. [Livestock Research for Rural Development 31 \(2\) 2019.](#)

Boudechiche, L., Araba, A., Tahar, A., & Ouzrout, R. (2009). Étude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. *Livestock Research for Rural Development*, 21(5). [Http://www.lrrd.org/lrrd21/5/boud21067.htm](http://www.lrrd.org/lrrd21/5/boud21067.htm)

Boudjebel VACPA. (S.d.). Poudre de noyaux. [Https://www.boudjebeldates.com/fr/poudre-de-noyaux/](https://www.boudjebeldates.com/fr/poudre-de-noyaux/)

Boudon A., Khelil H., Ménard J.L., Brunschwing P et Faverdin P. (2013). Les besoins en eau d'abreuvement des bovins laitiers : déterminisme physiologique et quantification. *INRA production animal*, 26(3) ,249-262.

Boukhechem, S. (2022). Chapitre II : Ethnologie des Bovins. Institut des Sciences

Bousbia A, Boudalia S, Gueriou Y, Belaize B, Meguelati S, Amrouchi M, Ghebache R, Belkheir B, Benidir M, (2018). Nutritional and hygienic quality of raw milk intended for consumption in the region of Guelma, Algeria. *Asian journal of Dairy and food research*. 37(3), 192-196

Carole et Vignola., 2002 : Science et technologie du lait : Transformation du lait – Montréal : Presse internationale polytechnique 600p.

Cauty I. Perreau J-M. La conduite de troupeau laitier. Edition France Agricole. 2003. 288p.

Cecchinato A, Penasa M, Cipolat Gotet C, De Marchi M, Bittante G., 2012: Short communication: Factors affecting coagulation properties of Mediterranean buffalo milk. *J. Dairy Sci.* ; 95 :1709-1713.

Chehma A. ; Longo H. F. ; Bada A. et Mosbah M., (2002) - Valeur alimentaire des sous-produits du palmier dattier, de la paille d'orge et du Drin chez le dromadaire. "Journal Algérien des Régions Arides". Revue semestrielle n° 1. Pp. 33

Références bibliographiques

Chudy S., Bilka A, Kowalsk R. And Teichert J. (2020). Colour of milk and milk products in CIE Medecine Weter, 76 (2), 77-81.

Croguennec T., Jeantet R. And Schuck P. (2008). Science des aliments biochimie, microbiologie procédés, produits-technologie des produits alimentaires. Édition Tec et Doc. Lavoisier.

Cuvillier Delphine, (2005). Le rendement fromager. Mesurez votre rendement fromager. Centre Fromager de BOURGOGNE 2.

Cuvillier Delphine, (2005). Le rendement fromager. Mesurez votre rendement fromager. Centre Fromager de BOURGOGNE 2.

Dahou A., Homrani A., Bensaleh F. Et Medjahed M. 2015. La microflore lactique d'un fromage traditionnel Algérien « type j'ben » : connaissance des écosystèmes microbiens laitiers locaux et de leurs rôles dans la fabrication des fromages. Afrique SCIENCE 11(6) (2015) 1 - 13 1 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>

Dahou A., Homrani A., Bensaleh F. Et Medjahed M. 2015. La microflore lactique d'un fromage traditionnel Algérien « type j'ben » : connaissance des écosystèmes microbiens laitiers locaux et de leurs rôles dans la fabrication des fromages. Afrique SCIENCE 11(6) (2015) 1 - 13 1 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>

Dahou A., Medjahed M., Aissaoui C., Homrani A. 2021. Approche préliminaire sur la fromageabilité des laits collectés au niveau d'une fromagerie industrielle. Volume 6, Issue 1 : 34-39, Janvier 2021. Revue Algérienne des Sciences/ <http://univ-eltarf.dz/fr/> ISSN : 2661-7064

Dahou A.A., Medjahed M., Aissaoui C., Homrani A. 2021. Approche préliminaire sur la fromageabilité des laits collectés au niveau d'une fromagerie industrielle. Revue Algérienne des Sciences/ <http://univ-eltarf.dz/fr/> ISSN : 2661-7064. Volume 6, Issue 1 : 34-39, Janvier 2021

Debry G, 2001 : lait, nutrition et suite technique et docmantation, Lavoisier, Paris.145 P.

Delteil L. 2012. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage. Tome 1. Éducagri éditions.290p

Références bibliographiques

Difagri. (2022, 21 octobre). L'importance des aliments complémentaires pour les bovins en élevage. Consulté le 19 mai 2025, sur <https://www.difagri.fr/limportance-des-aliments-complementaires-pour-les-bovins-en-elevage/>

Drogoul, C., Gadoud, R., Joseph, M.M., Jussiau, R., Lisberney, M.j., Mangeol, B.et

DSA « Direction des Services Agricoles » de la wilaya de Mostaganem. 2024. Répartition géographique des exploitations laitières.

Eck. A., Gillis J.C. 2006. Le Fromage, 3ème édition. Lavoisier Tec-Doc. 891p.

Édition. (2004). T1: 270p; T2 :313p. Engineering, 80: 1– 10.

Ethnologie_des_Bovins Evidence of the Spanish Introduction.

FAO et FIL. 2005. « Guide de bonnes pratiques en élevage laitier. » Fédération Internationale de Laiterie et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, (2005), 38 p. <Http://www.fao.org/docrep/008/y5224f/y5224f00.htm>.

Feliachi K., 2003. Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. : Directeur Général de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) Octobre 2003).

Fernane-Boumedine, Habiba., (2017). Etude des bactéries thermorésistantes dans le lait. Thèse de doctorat en sciences : sciences de la nature et de la vie : Université Mustapha Stambouli Mascara. Algérie, 127 pages.

Franz Jans, J. K. (2017). Livre vert. Chapitre 7 : Apports alimentaires recommandés pour la vache laitière, Agroscope. Récupéré sur fichier PDF local

Friggens, N. C. (2007). Towards a biological basis for predicting nutrient partitioning:

From

<http://journals.cambridge.org/action/displayfulltext?Type=1&fid=686336&jid=ANM>

Références bibliographiques

Gele M., Boutinaud M., Guinard-Flament J., Le Provost F., Leduc A., Leroux C., Pires J. 2024. BIOMARQ'LAIT –Identification dans le lait de biomarqueurs pour le monitoring du statut nutritionnel de la vache laitière. *Innovations Agronomiques* 94 (2024), 358-371

Ghaoues S. (2010). Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Thèse Magister, Université Mentouri, Constantine, Option, Technologies alimentaire.15P.

GNADIG. S.2002. Le lait et ses constituants : biodisponibilité et valeur nutritionnelle "Liquide" In Debray. G. Lait, nutrition et santé Ed. Technique et documentation. Paris.

Guiraud J.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. Pp : 136 139.

Guiraud J.P., 2003. Microbiologie Alimentaire. Tec & Doc, Dunod. Paris. 90-292.

Harris, Jr.and vanhorn, H. H., “Water and Its Importance to Animals”, Florida

Hsieh j.f. Et pan p.h., 2012. Proteomic profiling of the coagulation of milk proteins induced by chymosin; *J. Agric. Food Chem.*; 60:2039-2045.

https://fac.umc.edu.dz/vet/Cours_Ligne/cours_22_23/Zootechnie_A2/CHAPITRE_II_

<https://produitsdulait.fr/la-prim-holstein/>

<https://www.agryco.com/blog/alimentation-des-bovins/>

<https://www2.vetagro-sup.fr/ens/nut/webbromato/cours/cmccoprod/introcopr.html>

<https://www3.epa.gov/ghgreporting/help/tool2014/definitions/agricultural.html>

Huet, D. (18 mars 2025). Exemples de rations économiques pour vaches laitières et allaitantes. Récupéré sur <https://www.isagri.fr/ressources/articles/exemple-ration> vache-laitière-allaitante.

Human health and animal feed, 447–452.

Références bibliographiques

IDF. 2018. Normes F.I.L d'évaluation de la qualité hygiénique, microbiologique et physico-chimiques des laits : Référence ISO 707/ F.I.L octobre 2018. Normes définies pour les analyses microbiologiques et chimiques des produits laitiers. Bruxelles (Belgique).

IDF. 2018. Normes F.I.L d'évaluation de la qualité hygiénique, microbiologique et physico-chimiques des laits : Référence ISO 707/ F.I.L octobre 2018. Normes définies pour les analyses microbiologiques et chimiques des produits laitiers. Bruxelles (Belgique).

INRA. 2018. Guide pratique : Alimentation des ruminants. Apports nutritionnels, Besoinset réponse des animaux – Rationnement – Table des valeurs des aliments. Éditions Quæ, 2018. 728p.

Johnson, D.V., Rivera, D, Alcaraz, F, Carreño, E, Delgadillo, J, Carrillo, M.H

Kabir A. 2014. Contraintes de la production laitières en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constat et perspective). Thèse de doctorat, Université d'Oran .2014 .195.

Kali S., Benidir M., Ait Kaci K., Belkheir B., Benyoucef M.T., 2011.Situation de la filière lait en Algérie : Approche analytique d'amont en aval. *Livestock Research for Rural development*, 23(8).

Kali S., Saadaoui M., Ait Amokhtar S., Belkheir B, Benidir M., Bitam A., Benmebarek A., 2018. Éléments d'enquête générale sur la filière lait en Algérie. *International Journal of Business and Economic Strategy*. Vol 8. 12-19

Kazeminia M., Mahmoudi R., Mousavi S., Mehrabi A. 2023. Raw cow milk quality: Physicochemical, Microbiological, and Seasonal Variation. *J Microbiol Biotech Food Sci / Kazeminia et al. 2023: 13 (3) e10078*.

Khalesi, M., Salami, M., Moslehishad, M., Winterburn, J. And Moosavi-Movahedi, A. A. (2017). Bimolecular content of camel milk: A traditional superfood towards future healthcare industry. *Trends in Food Science and Technology*, 62, 49-58.

Références bibliographiques

Kilcawley K. N., Faulkner H., Clarke H. J., O'Sullivan M. G. And Kerry J. P. (2018). Factors influencing the Flavour of Bovine Milk and Cheese from Grass Based versus Non-Grass Based Milk Production Systems. *Foods*, 7, (37), 2-43.

Kirat, Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France) : CIHEAM-IAMM. 2007.13P.

Labrie S. 2015. Détermination des caractéristiques physico-chimiques des laits du terroir et des microflores fongiques indigènes influençant la qualité des fromages fins ; Université Laval. Article de conférence. <https://www.scientifique-en-chef.gouv.qc.ca/impact-recherche/caracteristiques-des-laits-du-terroir-influencant-la-qualite-des-fromages-fins/.27>
Novembre 2015. 4p.

Labrie S. 2015. Détermination des caractéristiques physico-chimiques des laits du terroir et des microflores fongiques indigènes influençant la qualité des fromages fins ; Université Laval. Article de conférence. <https://www.scientifique-en-chef.gouv.qc.ca/impact-recherche/caracteristiques-des-laits-du-terroir-influencant-la-qualite-des-fromages-fins/.27>
Novembre 2015. 4p.

Lactating dairy cows." *J. Dairy Sci.* V. 85: (2002).1165.

La-viande.fr. (2023). Récupéré sur Alimentation des bovins : <https://www.la>

Lawrence, D., O'Donovan, M., Boland, T.M., Lewis, E., Kennedy, E. 2015. The effect of concentrate feeding amount and feeding strategy on milk production, dry matter intake, and energy partitioning of autumn-calving Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 2015, 98, 338–348.

Leonil. J.2001. Le lait et ses constituants : bio disponibilité et valeur nutritionnelle "lipide". In Debry. G...., nutrition et santé". Ed. Technique et documentation ; Paris. 105-124.

MADR, 2024. Ministère de l'Agriculture et du développement rural. Développement, Production et Statistiques agricoles 2023. <https://fr.madr.gov.dz/agriculture/foncier-agricole/valorisation-des-produits-agricoles/>

Références bibliographiques

- Maekawa, M, Beauchemin, K.A, & Christensen, D.A. (2002). Effect of concentrate
- Maekawa, M., Beauchemin, K.A.and Christensen, D.A., "Effect of concentrate level
- Mahaut.M (2001). Les produits industriels laitiers. Ed. Paris : LAVOISIER. Tec/Doc ; 178 p.
- Mamine, F., Fares, M., Duteurtre, G., Madani, T. 2021. Régulation du secteur laitier en Algérie entre sécurité alimentaire et développement d'une production locale : synthèse. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (2021), 74(2) : 73-81
- Medjahed M., Dahou A.A, Desmasures N. Et Homrani A. 2021. Molecular appreciation of the native bacterial flora of raw milk in the north-western region of Algeria. Journal : Asian Journal of Dairy and Food Research / <https://arcejournals.com/onlinefirstarticles>. Vol 40, Issue 2 : 152-156, June 2021
- Meghoufel L. (2019). Etude de la diversité taxinomique et technologique des bactéries lactiques isolées au cours de la production de Jben et approche moléculaire de leurs interactions au microcosme fromager Thèse de doctorat. Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Domaine : S.N.V .Université de Mostaganem. P.56.
- Meskini Z., Rechidi Sidhoum N., Dahou A.A., Bounaama K., Homrani A. 2020. Characteristics and Typology of Dairy Cattle Farming Systems in West Region of Algeria. Scientific Papers Series Management Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. Vol 20, Issue 3. ISSN : 2284-7995.
- Millogo V., Svennersten Sjaunja K., Ouédraogo G.A. and Agenäs S. (2010). Raw milk hygiene at farms, processing units and local markets in Burkina Faso. Food Control, 21, 1070 1074.
- Montel M.C, Bouton Y, Parguel P., 2012 .Ecosystèmes des laits et des fromages au lait cru : enjeux pour leur maîtrise .URF INRA 545 F -15000 Aurillac.Renc.Rech .Ruminants, 2012

Références bibliographiques

Montel M.C, Bouton Y, Parguel P., 2012. Ecosystèmes des laits et des fromages au lait cru : enjeux pour leur maîtrise. URF INRA 545 F -15000 Aurillac.Renc.Rech . Ruminants, 2012

Montméas L., Tarrit A., “Nutrition et alimentation des animaux d’élevage. » Educagri

Nouiri W. (2018). Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de Brebis élevée dans les conditions steppiques cas de la région de Tébessa. Mémoire de master département de Sciences Agronomiques université de biskra.60 p.

Nyokabi S. N., De Boer Imke J.M., Luning P. A., Luke K., Johanna Li., Bett B., Simon O. J. (2021). Milk quality along dairy farming systems and associated value chains in Kenya: An analysis of composition, contamination and adulteration. Food Control, 119.

Of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 85(5), 1165–1175. Dio :10.3168/jds.

ONIL, 2024. (Office National Interprofessionnel du Lait) : Résumé de la stratégie ONIL pour le développement de la filière lait en Algérie. (<https://onil.dz/resume-de-la-strategie-onil-pour-le-developpement-de-la-filiere-lait-en-algerie/>).

Potier de Coltrcy. G (2001). Le lait et ses conditions biodisponibilité et valeur nutritionnelle "vitamines" In Derby G. "lait, nutrition et santé" Ed. Technique et documentation. Paris : 151-168.

Poueme N.R.S. (2006). Contribution à l’étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal. Thèse : Médecine Vétérinaire, Dakar, 23 P.

Pougheon S. (2001). Contribution à l’étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse Doctorat Vétérinaire, 14p.

POUGHEON.S et GOURSAND. J (2001). Le lait et ses constituants : caractéristiques physicochimiques. In Derby. G "lait, nutrition et santé". Ed. Technique et documentation. Paris. 4-42.

Pradal M., 2012. La transformation fromagère caprine fermière : Bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Techniques et documentation Lavoisier, Paris, 295p.

Produits du Lait. (S.d.). La Prim’Holstein. Consulté le 7 mai 2025, à l’adresse :

Références bibliographiques

Program (GHGRP). Retrieved 2025, from U.S. Environmental Protection Agency:

Rahman M.S, Kasapis S, Al-Kharusi N.S.Z, Al-Marhubi I.M, Khan A.J. (2007).

Ramdane S., Brahim M., Tlemsani A., Djermoun A., Hadjsadok T., 2019 : Quelles disparités de consommation du lait et produits laitiers en Algérie á travers les régions ?
Revue Agrobiologia, 9(1): 1449-1457

Raynaud,S., 2006 : Régulation métabolique et transcriptionnelle de l'autoacidification chez *Lactococcus lactis*. Doctorat spécialité Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries. Filière Microbiologie et Biocatalyse industrielle. Université Paul Sabatier. Toulouse, France.

Récupéré sur Agricole Forum : <https://www.agricoleforum.fr/quelle-est-l-alimentation-d-une-vache-laitiere/>

Remeuf F ; Cossi N ; Dervi N et Tomasson R, (1991). Relation entre les paramètres physico-chimiques du lait et son aptitude fromagère. Tec et Doc Lavoisier, Paris. (549 pages).

Rheotest M., (2010). Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

Richard N. 2016. Manuel de microbiologie appliquée à l'usage des techniciens de l'agroalimentaire et des laboratoires. Edition Lavoisier France. 424p.

Ríos, S. (2013). Date Palm (*Phoenix dactylifera*) Dispersal to the Americas: Historical

S0022-0302(02)74179-9

Said Ahmed, H. (2015). Étude de l'alimentation hydrique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) Dans le contexte pédoclimatique de la zone littorale de la République de Djibouti. Récupéré sur <https://theses.fr/2015ORLE0501>

Saioud A., Mimi I. E et Berrama épse Souames Z. (2022). Evaluation de l'alimentation de la vache laitière par la méthode classique et la méthode OBSALIM : cas d'un élevage laitier dans la wilaya de Jijel (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure Vétérinaire).

Références bibliographiques

Si Ammar Kadi. (2007). Alimentation de la vache laitière : étude dans quelques élevages d'Algérie. Science des productions animales. Université Saad dahlab de blida, 2007. Français.

Sup, V. (s.d.). Les co-produits en alimentation animale. Consulté le 2025, sur

Swissherdbook. (s.d.). Holstein / Red Holstein. Consulté le 19 mai 2025, sur <https://www.swissherdbook.ch/fr/races-du-herd-book/holstein/-/red-holstein>

Tahlaiti, H. (2019). Etude des propriétés technologiques et inhibitrices de bactéries lactiques isolées à partir de blé fermenté, Thèse de doctorat. Université Abdelhamid ibn badis Mostaganem, faculté des sciences de la nature et de la vie, p23.

Thapon J.L. (2005) Science et technologie du lait, Agrocampus-Rennes, France, 77P.

The dairy cow as an example. (C. U. Press, Ed.) Vol. 1(No. 1), pp. 87–97. Retrieved

Thomas C., Romain J., Gérard B. Fondement physico-chimique de la technologie laitière. Edition Tec et Doc. Lavoisier. 2008,161.

Varnam AH., Sutherland P. 2001. Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York, pp 35-37.

Vétérinaires, Université Frères Mentouri Constantine 1.

Viande.fr/animal-élevage/bœuf/alimentation-bovins

Vierling E. (2008). Aliments et boissons filières et produits. 3ème édition Biosciences et techniques. Paris.pp :15-16.

Vignola C. (2002). Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada, Pp 3-75.

Vignola C.L. 2010. Science et Technologie du Lait.2ème Edition presses internationales polytechniques, Montréal. ISBN 2553015526 (600p). Canada.

Vuillemard J. C. (2018). Science et technologie du lait.3 -ème Edition Canada, Pp 1-4.

Références bibliographiques

Weiss & Hansen (2024) Invited review: Limitations to current mineral requirement systems for cattle and potential improvements, *Journal of Dairy Science*, 107(12), 10099–10114.

Xiuju, W.; Zhengtao, Z. 2022. Acid-Induced Gelation of Milk: Formation Mechanism, Gel Characterization, and Influence of Different Techniques. [Current Issues and Advances in the Dairy Industry](#). 2022; pp. 57-72.

Yakhlef H., Madani, T. Et Abbache N. ,2002. Biodiversité importante pour l'agriculture : cas des races bovines, ovines, caprines et camelines. MATE-GEF/PNUD : projet ALG/G13, Décembre 2002. 43p.

Yakhlef, H., Madani, T., Ghozlane, F., Bir, B. 2010. Rôle du matériel, animal et de l'environnement dans l'orientation des systèmes d'élevages bovin en Algérie : In : la filière lait en Algérie. Communication aux 8eme Journées des Science Agri, les 18 et 19 avril. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger. Algérie.

Zarour, K. (2018). Etude de la diversité phénotypique, génotypique et aptitudes technologiques des souches de *Leuconostoc* isolées localement. Thèse de doctorat en Microbiologie Fondamentale et Appliquée. Uni. D'Oran p16-112.

Zergoug A. 2017. Effet des probiotiques et bactériocines vis-à-vis des pathogènes responsables des infections urinaires, thèse de doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, faculté des sciences de la nature et de la vie. P53.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1: Analyse chimique des farines de noyaux de dattes par le « Near infra Red »

Analyses du 20 janvier 2025

Equipement de marque Bruker Ft- Nir Spectromètre Mpa II (Modèle 2020)

Analyses	Humidité %	Matière Sèche %	Fibres %	Glucides %	Protéines Brutes %	Lipide %	Cendres %
F1	10.53	89.27	61.48	7.35	4.42	9.08	1.38
F2	10.50	89.15	60.92	7.28	4.39	9.08	1.42
F3	10.52	89.18	61.12	7.30	4.43	9.08	1.39
F4	10.54	89.29	61.33	7.32	4.45	9.08	1.41
Moyenne	10.52	89.22	61.21	7.31	4.42	9.08	1.40

Annexe 2: Composition des milieux de culture

Tableau : gélose PCA

Composition	Quantité g/L
Tryptone	5
Extrait de levure	2.5
Glucose	1
Agar	18
Eau distillée	1000 ml

Tableau : Milieu MRS

Composition	Quantité g/L
Peptone	10
Extrait de viande	10
Extrait de levure	5
Glucose	20
Tween 80 I ml	2
Phosphate dipotassique	2
Acétate de sodium	5
Citrate d'ammonium	2
Sulfate de magnésium, 7 H ₂ O	0.2
Sulfate de magnes, 4 H ₂ O	0.5
Agar	18
Eau distillée	1000 ml

Stérilisation des milieux par autoclavage à 120°C pendant 15 min.

Annexes

Tableau : Eau peptonée





Composition	Quantité g/L
Nacl	8.5 g
Peptone	1 g
Eau distillée	1000 ml

Tableau : Eau physiologique

Composition	Quantité g/L
Nacl	9 g
Eau distillée	1000 ml

Annexe 3: Interprétation des résultats du test de lactofermentation

Interprétation des résultats du test de lactofermentation

Résultats	Aspect schématique du gel obtenu
<p>Gel homogène</p> <p>Fermentation lactique dominante.</p> <p>Lait de qualité transformable satisfaisante.</p>	
<p>2- Gel spongieux avec des bulles difformes</p> <p>Développement de bactéries coliformes.</p>	
<p>Caillé floconneux avec exsudation importante de sérum</p> <p>Fermentations de bactéries acidifiantes et indésirables entraînant une protéolyse du lait en même temps que l'acidification.</p>	
<p>Caillé digéré</p> <p>Développement de bactéries psychrotrophes</p>	

Annexes

Annexe 4: Normes de qualité hygiénique (FAO/OMS, 2019) et de conformité physico-chimique des laits (IDF, 2018)

Normes d'évaluation de la qualité hygiénique et microbiologique du lait :

ANALYSE	Norme FAO/OMS, 2019
Cellules somatiques cellules/ml	$400\ 000 < \text{cel/ml lait} \leq 200\ 000$
Germes totaux germes ufc/ml à 37°C	$< 10^5$
Germes psychrotrophes ufc/ml à 15°C	moins de 5000
Germes mésophiles ufc/ml à 30°C	moins de 10000
Germes thermophiles ufc/ml à 45°C	moins de 5000
Germes pathogènes ufc/ml	
Streptocoques fécaux	100
Coliformes	$5 \cdot 10^3$
Coliformes fécaux	10
Clostridium butyrique (spore/ml)	Absence
Staphylocoques aureus	10^3
Flore lactique ufc/ml	$> 10^4$

Annexes

Critères d'orientation des laits à la transformation/ à la qualité hygiénique (FAO/OMS, 2019)

Classe	Numération flore totale ufc/ml	Orientation « Technologie laitière »
A	$< 5 \cdot 10^5$	Technologie fromagère
B	$8 \cdot 10^5 < \text{Flore totale} > 5 \cdot 10^5$	Laits fermentés
C	$> 8 \cdot 10^5$	Laits de consommation

Normes d'évaluation de la qualité physico-chimique des laits de vache (IDF, 2018)

ANALYSE	Norme (IDF/2018)
Matière minérale mg/100 ml	Mini 70 à 80
Calcium mg/100ml	120 à 140
Phosphore mg/100 ml	85 à 90
Ca/P	1,4 à 1,6
Lipolyse meq / 100g de MG	moins de 0,89 meq/100 g de MG
Urée mg/L	300 >Urée > 200
Rendement fromager %	12 à 12,5
Rendement en MS%	19 à 21
PH	6,6 à 6,8
Extrait sec total %	11,5 à 13%
Matière protéique %	2,9 à 3,5%
Matière grasse %	3 à 3,8%
Lactose %	4 à 5%
Cryoscopie °C	entre -0,520 à -0,530
Densité du lait à 20°C	1030 à 1034