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

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

BENAICHA Esmaa

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité : Production et transformation laitières

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 Cheurfa ».

Soutenu publiquement le 23/06/2025

Devant les membres du jury

Présidente	Dr TAHLAITI Hafida	MCA	U. Mostaganem
Examinatrice	Dr ALACHAHER Fatima Zohra	MCB	U. Mostaganem
Encadreur	Dr DAHOU Abdelkader El Amine	MCA	U. Mostaganem

Travail réalisé au Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

Année universitaire 2024-2025

Remerciements

*Avant tout j'adresse mes remerciements au Grand **DIEU** le tout puissant qui m'a donné la force, le courage et la volonté pour accomplir ce travail.*

*A travers ce modeste travail, mes remerciements les plus vifs s'adressent surtout à mon encadreur Dr **DAHOU Abdelkader El Amine,** pour sa disponibilité, générosité, conseils précieux et pour toutes les orientations qui m'a apporté durant mes études et durant la réalisation de ce projet.*

Mes remerciements les plus vifs s'adressent aussi au président du jury et à l'examinatrice d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer mon travail.

*Je tiens à exprimer une profonde reconnaissance aux membres du laboratoire de recherche des sciences et techniques de production animale de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, surtout à l'ingénieur du laboratoire M **BENHARRAT Noureddine** pour sa gentillesse, sa générosité, disponibilité et sa précieuse aide.*

Enfin, que tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouve ici ma profonde gratitude.

Dédicace

A ma très chère maman

Pour la décrire il me faudra quelque chose de plus que des mots, car quel que soit le terme et quel que soit l'expression, rien ne saura la tracer à mes yeux telle que mon cœur la voit et l'aperçois

Tu seras toujours dans mon esprit et mon cœur Je te dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu, le miséricordieux, t'accueille dans son éternel paradis.

Au meilleur des pères Benaïcha Habib

Que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que tu n'as cessé de formuler dans tes prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.

Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté

A qui je dois tout

A mes Frères Azzedine et Abdenour, et mes sœur Manel et Maroua.

A ma petite nièce Rachida.

A mes amis qui m'a beaucoup soutenue et qui n'a pas hésité à m'offrir son aide

A tous les gens qui m'aiment.

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 2 10^6 à 10^7 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 2 10^6 to 10^7 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 محليًا، أثناء إنتاج الحليب عند الأبقار من السلالة المحلية "برون دي لا أطلس"، على جودة الحليب وصلاحية الحليب المنتج للتحويل. استندت مراقبة جودة الحليب على 03 معايير: الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية وقابلية تحويل الحليب الى اجبان. مكن التوصيف الميكروبيولوجي للحليب من تصنيف الحليب المنتج على أنه حليب قابل للتجبن من الفئةA ، مع وجود فئة إجمالية تتراوح بين 10^6 2 إلى 10^7 وحدة من البكتيريا اللبنية/مل تقريبًا، 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 البكتيريا اللبنية ذات الأهمية في الحليب المنتج فحسب، بل أدى أيضًا 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.

Liste des abréviations

BLA Bovin Laitier Amélioré

BLL Bovin Laitier Local

BLM Bovin Laitier Moderne

ES Extrait Sec

FIL Fédération internationale du lait

MADR Ministère de l'agriculture et de développement rural

MAT Matière azotée totale

MG Matière grasse

Mo Micro-organisme

MP Matière protidiques

MS Matière Sèche

ONIL Office National interprofessionnel du lait

PDIE Protéines digestibles dans l'intestin lorsque l'énergie est non limitante

PDIN Protéines réellement digestibles dans l'intestin

RFM Ration fourragère mélangée

UFC Unité Formant Colonie

UFL Unité fourragère lait

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Composition chimique des noyaux de datte.....24

Tableau 2 : Résultats du contrôle Laitier 25

Tableau 3 : Flore originelle du lait 33

Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques du lait témoin.....53

Tableau 5 : Résultats des analyses physico-chimiques du lait produit 54

Tableau 6 : Dénombrement microbiologique sur le lait expérimental.....56

Tableau 7 : Dénombrement microbiologique sur le lait témoin 56

Tableau 8 : Qualité physico-chimique du coagulum expérimental obtenu 61

Tableau 9 : Qualité physico-chimique du coagulum du lait témoin 61

Liste des Figures

Figure 1 : courbe théorique de lactation chez la vache laitière 20

Figure 2 : Schéma représentatif de la race bovine Montbéliarde 26

Figure 3 : Race locale Algérienne, la Cheurfa 27

Figure 4 : Datte de Timimoun « variété Takarboucht » 40

Figure 5 : Situation géographique de l'exploitation agricole 42

Figure 6 : Situation géographique du laboratoire de recherche LSTPA de l'université Abdelhamid IBN BADIS de Mostaganem (Google MAPS) 43

Figure 7 : Lactoscan analyseur du lait en spectroscopie infra-rouge 44

Figure 8 : Procédure de la coloration de GRAM 47

Figure 9 : Test de la catalase.....47

Figure 10 : Observation macroscopique des colonies des isolats lactiques obtenus.....58

Figure 11 : Observation macroscopique des isolats lactiques : (1) Pediococcus, (2) Lactococcus.....59

Figure 12 : Test de lacto-fermentation 60

Figure 13 : Caillés lactiques obtenus (1) à partir du lait témoin, (2) à partir du lait expérimental.....62

Listes des annexes

Annexe 01 : Analyse chimique des farines de noyaux de dattes par le « Near infra Red »

Annexe 02 : Composition des milieux de culture

Annexe 03 : Interprétation des résultats du test de lactofermentation

Annexe 4 : Normes de qualité hygiénique et de conformité physico-chimique des laits

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumé, Abstract, ملخص

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Introduction 15

Chapitre I : Alimentation des vaches laitières

I.1 Alimentation des vaches laitières 19

I.1.1 Importance d'une alimentation équilibrée 19

I.1.2 Aliments fourragers 19

I.1.3 Aliments concentrés 19

I.1.4 Alimentation en eau 19

I.1.5 Alimentation de la vache laitière au cours de lactation 20

I.2. Complémentation alimentaire en élevage animal 21

I.2.1 Compléments nécessaires pour une production laitière efficace 21

I.2.2 Utilisation des sous-produits agricoles dans l'alimentation des vaches 22

I.3 Effet de l'alimentation 24

I.4 Impact de la race bovine sur la production de lait 25

I.4.1 Montbéliarde 25

I.4.2 Races bovines en Algérie 26

I.5 Les aptitudes des races locales 27

I.5.1 Sur la production laitière 27

Chapitre II : Aptitude des laits à la transformation

II.1 Définition du lait 29

II.1.1 Composition du lait de vache 29

II.2. Qualité organoleptique 31
II.2.1 La couleur 31
II.2.2 L'odeur.....31
II.2.3 La saveur 31
II.2.4 La viscosité.....31
II.3. Qualité physico-chimique.....31
II.3.1 La densité 32
II.3.2 Point d'ébullition 32
II.3.3 Point de congélation 32
II.3.4 L'acidité du lait 32
II.3.5 pH 32
II.4 Qualité microbiologique.....33
II.4.1 Flore originelle 33
II.4.2 Flore de contamination 33
II.4.3 Flore d'altération 33
II.4.3 Flore pathogène 34
II.5. Aptitude de la transformation du lait de vache en fromage.....35
II.5.1. Définition du fromage frais 35
II.5.2 Agents fonctionnels de la transformation du lait en fromage frais 36
II.5.3 Aspect sanitai**re** du fromage frais.....36

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Cadre de l'étude.....40
III.2. Méthodologie.....41
III.2.1. Matériel biologique 41
III.2.2- Lieu de la production laitière.....41
III.2.3. Plan alimentaire.....42
III.2.4. Lieu du suivi de la qualité des laits et période expérimentale 43

III.2.5. Origine du lait suivi.....44

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1 Qualité physico-chimique des laits.....53

IV.2- Qualité microbiologique des laits.....55

IV.2.1 Isolement et dénombrement de la flore totale et lactique.....55

IV.2.2 Etude des caractères morphologiques.....57

IV.3 Test de lacto-fermentation.....59

Conclusion.....64

Références bibliographiques.....**Error! Bookmark not defined.**

Annexes.....77

INTRODUCTOIN

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 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 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.1 Alimentation des vaches laitières

L'alimentation des vaches laitières joue un rôle essentiel dans l'industrie laitière moderne.

En effet, une alimentation adéquate est cruciale pour garantir le bien-être des animaux et pour améliorer à la fois la quantité et la qualité du lait produit.

Les éleveurs doivent prendre en considération les besoins physiologiques spécifiques des vaches, tout en gérant les contraintes économiques et environnementales. Pour atteindre ces objectifs, une compréhension approfondie des nutriments, des types de fourrages disponibles et des méthodes de distribution les plus efficaces est nécessaire. https://www.agricoleforum.fr/quelle-est-l-alimentation-d-une-vache-laitiere/2025

I.1.1 Importance d'une alimentation équilibrée

Il est crucial pour la santé, la croissance et la production laitière des vaches qu'elles bénéficient d'une alimentation équilibrée. Une ration appropriée garantit leur bien-être, leur capacité de production laitière et de reproduction.https://www.generation-ecoagriculteur.fr/alimentation-des-vaches-laitieres-conseils-pour-optimiser-les-rations/2025

Les progrès technologiques dans le secteur de l'élevage laitier offrent désormais la possibilité d'une gestion plus précise et personnalisée de l'alimentation des vaches. Ces avancées ont pour objectif d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources alimentaires tout en favorisant les performances et le bien-être des animaux. https://www.agricoleforum.fr/quelle-est-l-alimentation-d-une-vache-laitiere/2025

I.1.2 Aliments fourragers

Selon Yaakoub (2006), les fourrages représentent la principale source d'alimentation des ruminants, ce sont des aliments constitués par l'ensemble des parties aériennes des plantes fourragères provenant des prairies permanentes et temporaires.

I.1.3 Aliments concentrés

Un aliment concentré se présente sous une forme sèche (en moyenne 90% de MS) riche en énergie et/ou en azote plus au moins facilement dégradable (Cauty *et al.*,2003).

I.1.4 Alimentation en eau

Les vaches nécessitent d'importantes quantités d'eau pour la production de lait et de salive. Une partie de l'eau dont elles ont besoin provient du fourrage. Selon Ferre, la quantité d'eau ingérée varie considérablement selon la composition de l'alimentation et l'état physiologique de l'animal. En moyenne, une vache requiert environ 4 litres d'eau pour chaque kilogramme

de matière sèche ingérée, ainsi qu'un litre supplémentaire pour chaque kilogramme de lait produit. Par ailleurs, lors d'une élévation de la température ambiante, les besoins en eau peuvent augmenter de 20 à 40 %.

I.1.5 Alimentation de la vache laitière au cours de lactation

I.1.5.1 Courbe de lactation

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

La production journalière s'accroit du vêlage jusqu'au pic de lactation, passe par un maximum à une date variable selon les animaux, puis diminue plus ou moins régulièrement jusqu'au tarissement. (Boudjenane, 2010).

Cette évolution de la production peut se représenter graphiquement par une courbe de lactation qui représentée dans la figure (1).

L'alimentation des vaches laitières en début de lactation est difficile à conduire, elle doit réaliser un compromis entre deux impératifs contradictoires : l'incapacité des vaches à supporter des changements rapides de ration, et une multiplication des besoins par trois en seulement deux semaines (Enjalbert, 2003).

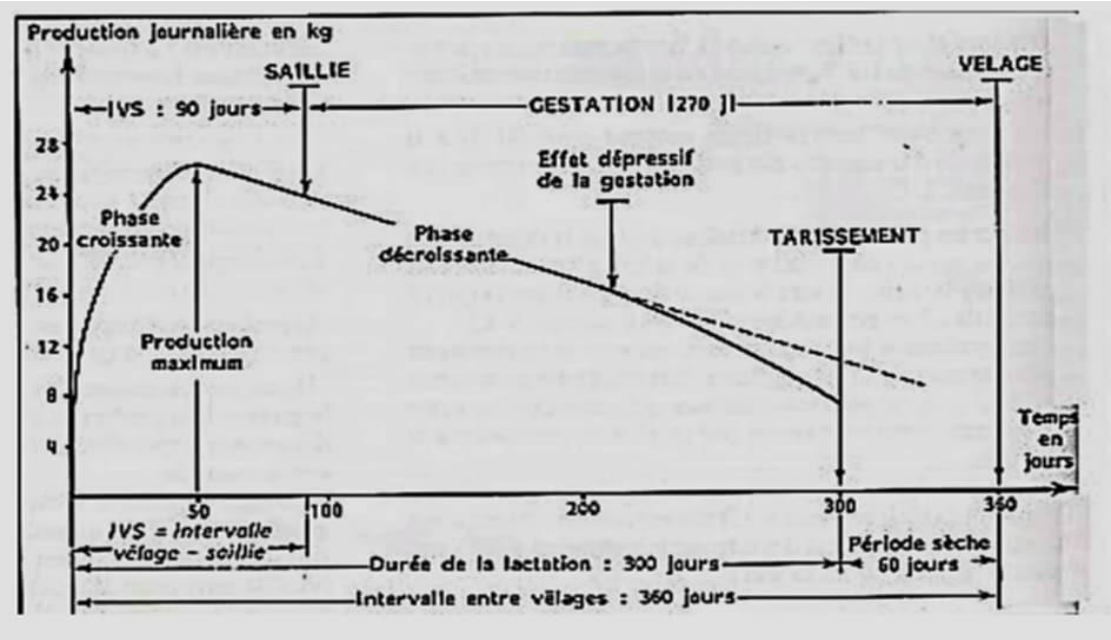


Figure 1 : courbe théorique de lactation chez la vache laitière (Djaaleb ,2022).

Au cours des semaines qui suivent le vêlage, les vaches laitières subissent en effet de fortes épreuves: une modification soudaine de la composition de leur alimentation, une faible consommation de nourriture et un manque d'appétit, une augmentation de la production laitière jusqu'à atteindre le pic de lactation, qui ne correspond pas à cette faible ingestion, ainsi qu'un déficit énergétique et la nécessité de commencer une nouvelle gestation (Mauriès, 2003).

Au début de la lactation, la capacité d'ingestion de l'animal est diminuée, ce qui entraîne une consommation de fourrages et de concentrés inférieure à celle nécessaire pour satisfaire ses besoins en énergie et en azote. Pour prévenir tout déficit, il est donc suffisant de substituer une partie du concentré de production par un concentré riche en matières azotées, tel qu'un concentré correcteur (Cauty *et al*, 2009)

La mobilisation des réserves corporelles représente 100 à 300 UFL sur 3 mois. Il faut en tenir compte dans le rationnement et augmenter progressivement la quantité de concentrés (2 kg par semaine après le vêlage) pour atteindre l'équilibre énergétique en fin de troisième mois de lactation (Cauty *et al*, 2009)

I.2. Complémentation alimentaire en élevage animal

Alimentation des vaches laitières revêt une importance capitale pour augmenter leur production Jlaitière tout en préservant leur bien-être.

Les compléments alimentaires jouent un rôle crucial dans cet équilibre en fournissant les nutriments essentiels qui peuvent parfois manquer dans l'alimentation de base.

Il est primordial de choisir avec soin les produits adéquats afin de répondre aux besoins spécifiques de chaque troupeau. https://www.animaletic.fr/les-complements-alimentaires-adaptes-besoins-vaches-laitieres/2025

I.2.1 Compléments nécessaires pour une production laitière efficace

Les compléments alimentaires sont utilisés pour compenser les carences et améliorer la production. Les vitamines, les minéraux et certains acides aminés spécifiques sont parmi les éléments essentiels. Ces nutriments jouent un rôle crucial dans la santé des vaches et ont un impact direct sur la quantité et la qualité du lait produit.

Pour appréhender l'importance de chaque complément, il est essentiel d'examiner de près les besoins des vaches à différentes étapes de leur cycle de production. Par exemple, le calcium et le phosphore sont indispensables pour maintenir la santé osseuse et la production laitière, notamment autour du vêlage. https://www.animaletic.fr/les-complements-alimentaires-adaptes-besoins-vaches-laitieres/2025

Voici quelques compléments couramment utilisés :

- **Vitamines A, D, E :** essentielles pour la santé de la peau, la vision, la reproduction et la fonction immunitaire.
- **Minéraux comme le zinc, le sélénium et le cuivre :** importants pour la santé reproductive et la prévention des maladies.
- **Acides aminés spécifiques :** tels que la lysine et la méthionine, pour améliorer la production et la qualité du lait. https://www.animaletic.fr/les-complements-alimentaires-adaptes-besoins-vaches-laitieres/2025

I.2.2 Utilisation de sous-produit agricole dans alimentation des vaches

I.2.2.1 Définition de sous-produit

Un sous-produit est une « Substance ou objet résultant d'un processus de production et qui n'est pas le produit final que ce processus vise à produire, mais dont l'utilisation ultérieure et directe est certaine.

La valorisation est partielle, spécifique ou locale. Quand elle existe, la valorisation économique reste de faible valeur ajoutée, soumise aux aléas économiques, et ne permet souvent l'intervention que d'un unique opérateur intermédiaire » (journal officiel de la république française).

I.2.2.2 Sous-produits des farines

I.2.2.2.1 Farine de Coprah

La farine de coprah est produite à partir des noyaux de noix de coco séchés après l'extraction de l'huile, connus sous le nom de coprah.

Bien que certains puissent la considérer comme un sous-produit, elle est en réalité une source riche en nutriments pour les animaux. Avec une teneur en protéines variant de 20 % à 25 %, cette farine brunâtre est très appréciée comme complément alimentaire pour le bétail.

En outre, elle fournit une énergie précieuse et des fibres alimentaires qui favorisent la santé digestive globale. https://www.coconutfarm.com.my/fr/post/r%C3%A9v%C3%A9lation-de-la-merveillenutritionnelle-les-merveilles-de-la-farine-de-coprah-dans-l-alimentation 2025

I.2.2.2.2 Composition Nutritionnelle de la Farine de Coprah

- **Importance des Protéines :** La farine de coprah se distingue par sa teneur élevée en protéines, qui contient des acides aminés essentiels pour la croissance et le développement musculaire. Cela en fait une source fiable de protéines pour l'alimentation du bétail.
- **Apport en Énergie grâce aux Graisses :** Grâce à sa teneur modérée en matières grasses, la farine de coprah constitue une source d'énergie durable, particulièrement bénéfique pour les vaches laitières pendant la lactation et d'autres périodes de forte demande énergétique.
- **Bienfaits des Fibres pour la Santé Digestive :** Les fibres alimentaires présentes dans la farine de coprah favorisent la santé digestive, un élément essentiel pour le bien-être et la santé des animaux, notamment dans les régimes riches en céréales. https://www.coconutfarm.com.my/fr/post/r%C3%A9v%C3%A9lation-de-la-merveillenutritionnelle-les-merveilles-de-la-farine-de-coprah-dans-l-alimentation 2025

I.2.2.2.3 Farine des noyaux 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,

Les noyaux de dattes génèrent une quantité significative de déchets. D'après les données de la FAO de 2019, il est estimé qu'annuellement, plus de 800 000 tonnes de noyaux de dattes pourraient être produites (Johnson, D., *et al.*, 2013). Dans la plupart des pays producteurs, ces noyaux sont souvent négligés ou seulement partiellement utilisés dans l'alimentation animale, ou encore employés comme engrais. Ils représentent également un bon matériau de départ pour la fabrication de charbon actif (Said Ahmed, 2015).

I.2.2.2.3.1 Composition chimique des noyaux de dattes

Les noyaux des dattes sont des sources de protéines, de fibres, de sucres, elles sont riches en composés phénoliques, les antioxydants, et aussi une source des minéraux (Tableau 1) (Ambigaipalan *et al.*, 2015).

Tableau 1 : Composition chimique des noyaux de datte selon (Besbes et al 2004).

Composition chimique (%)	Teneur
Eau	8 ,6-9 ,4
Glucide	81- 83,1
Matière protéique	5,17 -5,56
Lipides	10,19 – 12 ,67
Cendre	1,12 – 1 ,15

I.2.2.2.3.2 Valorisation et utilisation des noyaux de dattes

Les noyaux de dattes sont principalement utilisés comme aliments pour animaux et volailles ou comme composés agricoles conventionnels (Al-Khalili *et al*., 2022).

Pour l'augmentation de taux de croissance chez les animaux, la farine du noyau de datte est ajoutée à l'alimentation de bétail, elle a une action qui contribue à une augmentation des œstrogènes et / ou testostérones dans le plasma (Jassim *et al*., 2010).

I.3 Effet de l'alimentation

L'alimentation a un rôle important. Elle agit à court terme et peut faire varier les taux butyrique et protéique de manière indépendante.

La production ainsi que la qualité du lait peuvent varier selon la nature d'aliment (fourrage ou concentré), son mode de distribution, son aspect physique (grossier ou finement haché), son niveau d'apport en azote et en énergie…etc.

Effectivement, l'alimentation représente un levier rapide, réversible et souvent efficace pour influencer la composition du lait (Legarto, 2014).

Une diminution brusque et temporaire de l'apport alimentaire entraîne une baisse significative de la quantité de lait produite, ainsi qu'une diminution variable du taux de protéines. Cependant, la mobilisation des graisses corporelles provoque une augmentation considérable du taux butyreux (Poughion *et al*, 2001). De ce fait, la distribution de foin entraîne une forte diminution de la production laitière, accompagnée d'une chute des taux butyreux et protéiques (Houssin *et al*., 2005).

I.4 Impact de la race bovin sur la production de lait

La performance d'un animal est la résultante de son génotype et des conditions d'élevage dans lesquelles il est entretenu. Ainsi pour avoir une production laitière élevée, il ne suffit pas d'avoir un animal avec un potentiel génétique élevé, mais il faut également lui offrir les conditions d'élevage adéquates pour extérioriser son potentiel.

Cependant, si le potentiel génétique de l'animal est faible, sa performance le sera aussi, même si les conditions d'élevage sont excellentes. En conséquence, la performance d'un animal est toujours inférieure ou égale à son potentiel génétique.

Effectivement, la race constitue un élément génétique essentiel et déterminant pour la manifestation du potentiel de production des vaches laitières. Ainsi, on peut identifier des races spécialisées dans la production laitière, telles que la Holstein et la Jersiaise ; d'autres qui sont à production mixte, comme la Normande, l'Azawak et la Montbéliarde ; ou encore des races destinées à l'engraissement et à la viande, comme la N'Dama, la Gobra, la Baoulé, la Djéli et la Charolaise. De plus, il existe des métisses provenant de diverses races, présentant des niveaux de production intermédiaires entre ceux des races parentales (Saidou, 2004).

I.4.1 Montbéliarde

Selon **Villaret *et al*, (2011)**, C'est une race qui a été sélectionnée depuis le XIXème siècle pour ses qualités laitières, en collaboration avec les fromages locaux, et s'est développée en Franche-Comté, dont elle est originaire.

C'est la deuxième race laitière française, produisant un lait de bonne qualité fromagère, mais également beaucoup de viande, c'est une race mixte. Ceci, en plus de ses caractéristiques développées ci-dessous en encadré.

Tableau 2 : Caractéristiques des élevages bovins laitiers (Laitier, 2010)

Format	**Aptitudes laitières**
Hauteur au garrot (femelle) : 145 à 150cm Poids adulte femelle : 650 à 800 kg Poids adulte male : 1000 à 1200 kg Poids de carcasse taurillon : 350 à 380kg Robe : Pie rouge bien délimité	Production : 7924kg Taux butyreux : 3,91% Taux protéique : 3,27% Taux azoté : 3,44%

Figure 2 : Schéma représentatif de la race bovine Montbéliarde (source : Wikipédia, 2010).

I.4.2 Races bovines en Algérie

Le bovin local est représenté essentiellement par la petite Brune de l'Atlas. Tandis que le bovin importé est représenté particulièrement par : la Holstein, la Montbéliarde, la Brune des Alpes, la Limousine, et la Tarentaise. Il existe même des produits de croisement entre bovin local et importé (Feliachi, 2003).

I.4.2.1 Caractères généraux de la Brune de l'Atlas

La Brune de l'Atlas est caractérisée par :

- C'est une race brachycéphale nette à chignons, à sommet écarté, à profil droit ou subconcave et à face allongée ou triangulaire.

- La hauteur au garrot est en moyenne de 1,20 m, mais descend jusqu'à 1 m, les cornes sont fines, très pointues et de couleur grise ou noirâtre.

- La Brune de l'Atlas est une race dite bréviligne dans tous ces éléments corporels (encolure forte, fanon épais, tronc développé, poitrine descendue, membres courts et croupe étroite, hanches étroites, dos horizontal, queue longue, la peau est épaisse et rude, les poils courts, les onglons noirs - La robe est de couleur fauve foncé à extrémités noires avec des variations allant de fauve brunâtre presque noire au rouge brun.

- La vache bien que mauvaise laitière, possède une mamelle régulière hémisphérique pourvue de petits trayons presque cylindriques.

-La brune de l'Atlas est caractérisée par un poids varie entre 250 et 300 kg (Abada ,2001)

I.4.2.1.1 La Cheurfa

Elle à un pelage gris clair presque blanchâtre, vit en bordure des forêts et se rencontre dans les régions de Jijel et de Guelma (Feliachi *et al*., 2003).

Figure 3 : Race locale Algérienne, la Cheurfa (Feliachi, 2003)

I.5 Les aptitudes des races locales

I.5.1 Sur production laitière

Cette catégorie ne produit pas beaucoup de lait, en moyenne trois à quatre litres par jour et une durée de lactation ne dépassant pas les cinq mois.sa production est surtout destinée à l'alimentation des veaux (ITELV, 2010)

Chapitre II : Aptitudes des laits à la transformation

II.1 Définition du lait

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portant, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. Lorsque l'on parle de lait, il s'agit exclusivement de lait de vache (Moral M, 2011).

II.1.1 Composition du lait de vache

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 (Carole et Vignola, 2002).

Le lait est un aliment qui contient plusieurs constituants différents : eau, glucides, lipides, minéraux….

II.1.1.1 Eau

L'eau constitue le principal élément du lait en termes de proportion. Sa polarité, due à la présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres, lui permet de se mélanger efficacement avec des substances polaires telles que les glucides et les minéraux, ainsi que de créer une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles présentes dans le sérum.

En revanche, les matières grasses, qui sont non polaires, ne peuvent pas se dissoudre dans l'eau et donneront lieu à une émulsion de type huile dans l'eau.

De même, les micelles de caséines, étant solides, formeront une suspension colloïdale. (Amiot *et al*., 2002)

II.1.1.2 Glucide

Le lait est principalement composé de glucides sous la forme de lactose, qui représente 97% de sa teneur.

Ce lactose aide à l'absorption des minéraux, en particulier du calcium, et a un effet bénéfique sur la flore intestinale grâce à ses propriétés prébiotiques.

Dans le système digestif, le lactose est décomposé par la lactase en glucose et galactose, qui sont ensuite absorbés individuellement.

De plus, le lactose possède un pouvoir sucrant relativement faible (Vilain, 2010)

II.1.1.3 Protéines

Le lait de consommation contient environ 3,2% de protéines dont 80% de caséine, 19% de protéines solubles et 1% d'enzymes.

La valeur nutritionnelle de protéine laitier est excellente (supérieure à celle des protéines végétales) car elles contiennent tous les acides aminés indispensables à l'organisme en proportions satisfaisantes (les protéines solubles sont un peut plus riche en acide aminé soufrés que les caséines) et elles sont particulièrement digestibles (Jeanl, 2015).

II.1.1.4 Matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à 10 µm et est essentiellement constitué de triglycéride (98%).

La matière grasse du lait de vache représente, à elle seule, la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65%de l'acide gras saturé et de 35% de l'acide gras insaturé (Jeantet *et al*, 2008).

II.1.1.5 Enzymes

Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait, pouvant jouer un rôle très important soit par la lyse des constituants originaux du lait soit assurant un rôle antibactérien (protection au lait), soit des indicateurs de qualité hygiénique, de Les deux principaux facteurs pH et la température (Amiot *et al*., 2002)

II.1.1.6 Minéraux

Le lait et les produits laitiers sont les principales sources alimentaires de calcium et de phosphore, pour lesquels ils couvrent plus de la moitié des besoins journaliers. (Jeantet, 2008).

Le lait apporte de nombreux minéraux. Les plus importants sont :

- Calcium : 1,2g/l
- Phosphore : 0,9g/l
- Potassium : 1,5g/l –
- Magnésium : 0,13g/l
- Chlore : 1,2g/l

II.1.1.7 Vitamine

Ce sont des molécules complexes de taille plus faible que les protéines, de structure très variée ayant un rapport étroit avec les enzymes, car elles jouent un rôle de coenzyme associée à une apoenzyme protéique.

On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles (vit du groupe B et vit C) de la phase aqueuse du lait.
- Les vitamines l'hyposolubles (vit A, D, E et K) associées aux matières grasses, certaines sont aux centres de globule gras et d'autre à ça périphérie (MEHNOUNE *et al*, 2015).

II.2. Qualité organoleptique

II.2.1 La couleur

Le lait est un liquide dense et opaque en raison des micelles de caséines, et il peut parfois présenter une teinte bleutée due à la présence de bêta-carotène ou de lactoflavine dans la matière grasse.

II.2.2 L'odeur

Le lait a une odeur toujours faible Sui generis (caractéristique de l'animale qui la produit), agréable et variable en fonction de l'alimentation.

II.2.3 La saveur

Le lait a une saveur douceâtre, faiblement sucrée en raison de la richesse en lactose dont le pouvoir sucrant et inferieure à celui du saccharose.

II.2.4 La viscosité

La viscosité est fonction de l'espèce, c'est ainsi que l'on distingue :

- Un lait visqueux chez les monogastriques (jument, ânesse, carnivores et femme…) ;
- Un lait moins visqueux chez les herbivores (lait de brebis plus visqueux que celui de la vache) (Guigma, 2013).

II.3. Qualité physico-chimique

Les principales propriétés physicochimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et densité, point de congélation, le point d'ébullition, l'acidité et le ph. (Amiot et al, 2002).

II.3.1 La densité

Selon Pointurier (2003), la densité d'un liquide est une grandeur sons dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau.

Comme la masse volumique de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000 kg.m-3.

La densité du lait à 20°C par rapport à l'eau à 4°C est d'environ 1030kg.m-3.

Il convient des signale que le terme anglais « Density » prête à la confusion puisqu'il désigne la masse volumique et non la densité (Florence, 2010).

II.3.2 Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée. (Amiot *et al,* 2002).

II.3.3 Point de congélation

Les points de congélation du lait sont affectés par l'environnement, la race et la structure chimique et ses propriétés peuvent affecter le point de congélation du lait et la présence de toute substance pouvant l'affecter (Henno *et al.,* 2008).

II.3.4 L'acidité du lait

L'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, elle est de 15 à17 °D, dans les conditions normales (Belhadi, 2010).

Elle est principalement due à la présence de protéines, surtout les caséines et la lactalbumine, de substance minérale tels que les phosphates, CO_2, et acides organiques et (Amiot *et al*., 2002 ; Ghaoues, 2011).

II.3.5 pH

Le pH est compris entre 6,4 et 6,8. C'est la conséquence de la présence de la caséine et des anions phosphorique et citrique principalement. Le pH n'est pas valeur constante (Amiot *et al*, 2002).

Il peut varier au court du cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Le colostrum a un Ph plus bas du fait de la teneur élevé en protéine (Gaucher *et al*, 2008).

II.4 Qualité microbiologique

Le lait est, de par sa composition, un aliment de choix : il contient des graisses, du lactose, des protéines, des sels minéraux, des vitamines et 87% d'eau. Sont pH est de 6,7. II est un substrat très favorable au développement des micro-organismes (Guiraud, 2003)

II.4.1 Flore originelle

Le lait contient peu de microorganisme lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions à partir d'un animal sain (-103 germes/ml). (Cuq, 2007). La flore originale des produits laitiers se définit comme ensemble des mo retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les germes dominants sont essentiellement des mésophiles (Vignola, 2002). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoque lactique et lactobacille.

Ces mo plus au moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (Guiraud, 2003) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (Varnam *et al*, 2001).

Tableau 3 : Flore originelle du lait (Vignola, 2002)

Microorganismes	**Pourcentage (%)**
Micrococcussp	30-90
Lactobacillus	10-30
Streptococcus ou Lactococcus	<10
Gram négatif	<10

II.4.2 Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des mo contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (Vignola ,2002).

II.4.3 Flore d'altération

La flore d'altération causera des défauts sensoriels le goût, l'arôme, l'apparence ou de texture et réduira la vie des produits laitières ; Les principaux genres identifiés sont ; les coliformes et certain leveurs et moisissures (Essalhi ,2002).

II.4.3.1 Les coliformes

En microbiologie alimentaire on appelle coliformes les entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C. Cependant, lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les coliformes peuvent provoquer des intoxications alimentaires.

Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Comme les entérobactéries totales, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique (Guiraud ,2003).

II.4.3.2 Les levures

Bien que souvent présent dans le lait, elles s'y manifestent rarement. Peu d'ente elles sont capable de fermenter le lactose. Le genre Torulopsis, productrice de gaz à partir du lactose, supporte des pressions osmotiques élevées et sont capable de faire gonfler des boites du lait concentré sucré (FAO ,2007).

II.4.3.3 Les Moisissures

Les moisissures plus grosses que *les levures* ont une forme appelée « thalle » il y a *des moisissures* utiles sont employées dans la fabrication de fromages. Il y a également *des moisissures* nuisibles, et *des moisissures* pathogènes qui sont pour la plupart toxigènes (Lamontage *et al*., 2002).

II.4.3 Flore pathogène

Comme la flore d'altération, la flore pathogène est incluse dans la flore contaminatrice du lait. La présence de micro-organismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme.

Les principaux micro-organismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella sp., Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum, Clostridium perfringens, Bacillus cerus, Yersinia enterolitica, Listeria monocytogenes, Escherichia coli, Campylobacter jejuni, Shigella sonei et certaines moisissures* (Lamontage *et al.*, 2002).

Les principaux microorganismes infectieux :

II.4.3.1 Salmonelles

Ces entérobactéries lactose-, sont essentiellement présentes dans l'intestin de l'Homme et des animaux. Ce sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie et leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène.

Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4 et 47 °C, avec un optimum situé entre 37 et 40°C. Elles survivent à aussi aux baisse température et résistent à la réfrigération et à la congélation.

Elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 second) et capable de se multiplier dans une gamme de ph de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique (Jay, 2000 et Guy, 2006)

II.4.3.2 Les staphylocoques

Le genre Staphylococcus appartient à la famille des Staphylococaccae. Ce sont des coques à Gram positif, non sporulés et immobiles. Parmi les staphylocoques coagulase positive, seules les souches productrices d'entérotoxine sont impliquées dans une intoxication alimentaire (LEYRAL *et al*., 2007).

S. aureus est un germe mésophile dont la température optimale de croissance est comprise entre 30 et 37 °C, il est capable de se multiplier à des valeurs de pH comprises entre 4,2 et 9,3 avec un pH optimal de croissance de 7,0 à 7,5. Comme beaucoup d'espèces de *staphylocoques*, *S. aureus* est un germe halotolérant, qui peut se multiplier en présence de concentrations élevées de chlorure de sodium (en général jusqu'à 10 %) (Cuq, 2007).

II.5. Aptitude de la transformation du lait de vache en fromage

II.5.1. Définition fromage frais

Les fromages frais ou non affinés sont des produits du caillage du lait essentiellement lactique, très humides et périssables, ils peuvent être consommés immédiatement après la fabrication ou subir, le cas échéant, un léger affinage (Sundaram *et al*.,., 2003 ; Walstra *et al.,* 2006)

L'extrait sec est de 18 à 30 %, la coagulation du lait est lente (de 24 à 30h) avec peu ou pas de présure à basse température ou par une combinaison de chaleur et d'acidité, de texture douce ou granuleuse (Sundaram *et al*., , 2003 ; Walstra *et al*., 2003).

II.5.2 Agents fonctionnels de la transformation du lait en fromage frais

La première étape de la fabrication fromagère consiste à réaliser la coagulation en faisant appel à des préparations spécifiques contenant des enzymes coagulantes. Celles-ci entrainent une protéolyse de caséine qui conduit à la déstabilisation des micelles et la formations du gel. De nombreuse protéases sont capables de provoquer la coagulation du lait, mais toutes ne sont pas pour autant aptes à la fabrication fromagère, car elles ne présentent pas les propriétés biochimiques et technologique requières (Ramet, 2006).

II.5.2.1 Coagulation biologique par les ferments lactiques

Dans cette technologie, ce sont exclusivement les bactéries mésophiles, capables de se développer aux températures employées, qui servent à l'ensemencement. Il s'agit donc de l'espèce *Lactococcus lactis* et ses deux sous espèces *lactis* et *cremoris* (Federighi, 2005).

Pour obtenir un caractère aromatique, le *biovar diacetylactis* est fréquemment utilisé, ainsi que les bactéries du genre *Leuconostoc* (Federighi, 2005).

II.5.2.2 Caractères généraux du genre *Lactococcus*

Le genre *lactococcus* appartient au groupe des bactéries lactiques qui sont des bactéries Gram positives, immobiles ne formant pas de spores, catalase et nitrate négatives, elles sont anaérobies facultatives ou micro aérophiles.

Elles ne tolèrent de ce fait qu'une très faible concentration d'oxygène (Canteri, 2006).

- *Les lactocoques* se présentent sous forme de coques en paire ou en chaînes de longueur variable. Ce sont des bactéries homo-fermentaires ne produisant que de l'acide lactique.
- Seul Lc. lactis ssp. *lactis biovar*. *diacetylactis* produit le *diacétyle*, qui est un agent d'aromatisation.
- La température optimale de croissance des *lactocoques* est proche de 30°C, ils sont capables de se développer à 10°C mais pas à 45°C (Tamime, 2002).
- Quelques espèces du genre *lactococcus* produisent des exo polysaccharides et des bactériocines. Le genre *Lactococcus* comprend cinq espèces, *Lc lactis* est l'espèce la plus connue avec ses trois sous-espèces : *Lc. lactis ssp. Lactis, Lc. Lactis ssp. Cremoris* et *Lc. Lactis ssp.hordniae* (Hadef, 2012).

II.5.3 Aspect sanitaire de fromage frais

Les fromages frais peuvent être contaminés par des entérobactéries pathogènes telles qu'*E. colis, Salmonella, Shigella* ou Yersinia *enterocolitica* (bien que leur incidence soit faible)

ainsi que par Listeria *monocytogenes*. Grâce à la pasteurisation ou à la stérilisation fréquente du lait, ainsi qu'à un contrôle sanitaire rigoureux des élevages, le risque de contamination est très réduit (pratiquement inexistant pour Brucella et les mycobactéries) (Guiraud, 2003).

Une autre source de contamination peut provenir du matériel, de l'eau, de l'environnement ou des personnes manipulant les produits. Les germes les plus préoccupants sur le plan sanitaire incluent les Staphylocoques *entérotoxiques*, qui présentent une certaine résistance, ainsi qu'Escherichia coli *entéropathogènes* et Listeria *monocytogenes*. Il est important de noter que l'incidence en matière d'hygiène prend en compte le taux de coliformes.

Enfin, selon certains auteurs, les fromages pourraient être contaminés par des champignons *toxinogènes* mais ce risque est faible (Guiraud, 2003).

Partie Expérimentale

Matériel et Méthodes

III.1. 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 Daira de Timimoun (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 4 : Datte de Timimoun « *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.

III.2. Méthodologie

III.2.1. Matériel biologique

III.2.1.1. 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 Daira de Timimoun, est pour la raison suivante : La farine du noyau de la variété *Takarboucht* présente les caractéristiques nutritionnelles suivantes (voir tableau en annexe) : une richesse en matières sèches, en fibres, en cendres (minéraux : macro et micro-éléments) 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.

III.2.1.2. 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.

III.2.2- 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 5 : Situation géographique de l'exploitation agricole (DSA, 2024)

III.2.3. 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 complémentées après le vêlage (lot expérimental en période de lactation) et 05 vaches non complémentées 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)

III.2.4. 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 6 : Situation géographique du laboratoire de recherche LSTPA de l'université Abdelhamid IBN BADIS de Mostaganem (Google MAPS)

III.2.5. Origine du lait suivi

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

III.2.5.1. 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.

III.2.5.2. Techniques d'analyse

III.2.5.2.1. 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 7 : Lactoscan analyseur du lait en spectroscopie infra-rouge

III.2.5.2.2. Analyses physico-chimiques du caillé fromager (IDF, 2018)

a. 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 et étalé 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:

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

b. 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.

c. 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.

III.2.5.2.3. Analyses microbiologiques des laits

a. 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^{-7})

b. Recherche et dénombrement des flores mésophiles aérobies totales

A partir des dilutions décimales on a porté aseptiquement 0,1 ml sur une boite 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.

c. 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).**

d. 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).

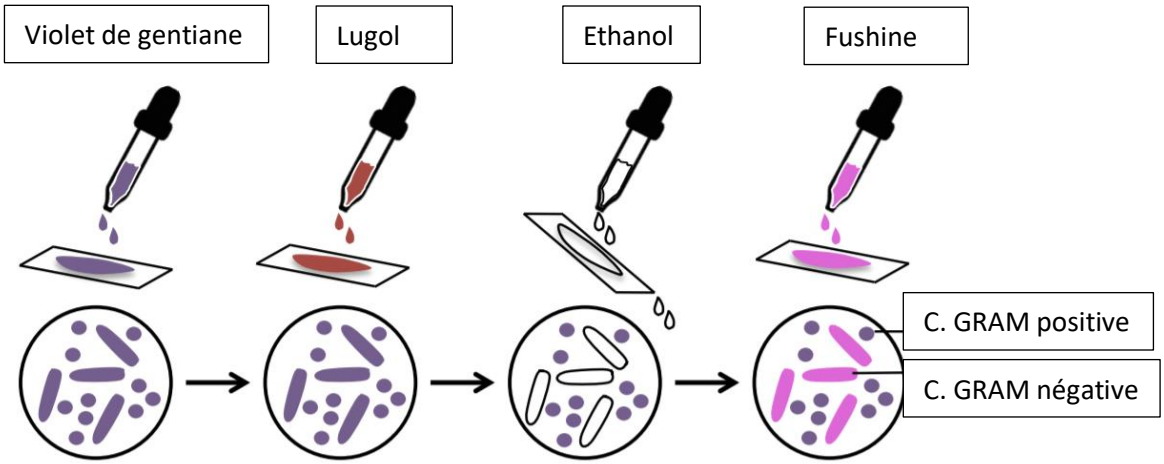


Figure 8 : Procédure de la coloration de GRAM

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 (H_2O_2) en eau métabolique (H_2O) et oxygène (O_2). 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'O_2) aisément discernable.

$$2H_2O_2 \longrightarrow \text{Catalase } 2H_2O + O_2$$

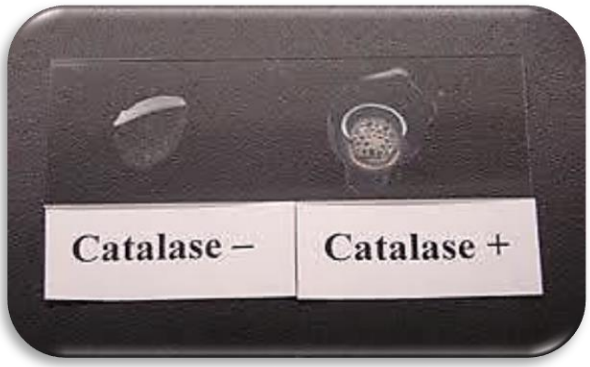


Figure 9 : Test de la catalase

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

e. 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**).

f. 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 culturaux : 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**).

III.2.5.2.4. 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 10-8. 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 ensemenceur.

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 :

$$\mathbf{C\ (UFC/g) = (C1+C2+C3)\ XD\ /\ 3xV}$$

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 solution ensemencée (µL)

III.2.5.2.5. 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.

III.2.5.2.6. 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 :

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

III.2.5.2.7. Calcul du rendement fromager

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

$$Rendement = \frac{Poids\ du\ caillé\ fromager}{Nombre\ de\ litres\ de\ lait\ mis\ en} * 100$$

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.

III.2.5.2.8. 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 :

$$\boldsymbol{EST = \frac{C_2 - C_0}{C_1 - C_0} * 100}$$

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.

Résultats et Discussion

IV.1 Qualité physico-chimique des laits

Les valeurs du pH ont varié entre 6,82 et 6,88. Ces valeurs restent conformes aux normes de l'**IDF (2018)**, fixée entre 6,6 et 6,8. Selon (**Vignola, 2010**), le lait de vache en début de lactation doit présenter un pH autour de la neutralité. Un pH acide du lait est lié au climat, au stade de lactation, à la saison et à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique (**Aggad et al. 2009**). L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la production car elle permet de détecter toute altération qui pourra se répercuter sur sa conservation et sur sa transformation (**Alves, 2007**). Les valeurs de pH du lait cru issu des vaches laitières locales étudiées, varient entre 6,82 et 6,88 pour le lait témoin et entre 6,86 et 6,88 pour le lait expérimental, ces valeurs sont presque équivalentes aux normes de l'**IDF (2018)**. Selon **FAO et FIL (2005**), le pH n'est pas une valeur constante, il peut varier selon deux paramètres ; le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Dans le cas où le pH est inférieur à la norme cela indique que le lait est acide, ce qui peut être due à une altération par contamination ou à un stockage inadéquat (**Vignola, 2010**).

Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques du lait témoin

	T°C	pH	MS%	MG%	MP%	Lactose%	S.M%	P.C (°C)
1er prélèvement	7,1	6,82	10,33	1,94	2,58	3,81	0,55	-0,432
2ème prélèvement	6,0	6,86	10,19	1,90	2,55	3,77	0,54	-0,426
3ème prélèvement	5,8	6,86	10,10	1,88	2,53	3,74	0,53	-0,422
4ème prélèvement	6,3	6,88	10,20	1,90	2,55	3,77	0,54	-0,426

Les valeurs de la cryoscopie (mouillage du lait) des échantillons de lait, varient entre -0,422 et -0,432°C pour les laits témoins contre -0,527 et -0,546°C pour les laits expérimentaux. Les résultats des laits expérimentaux sont conformes aux normes (**IDF, 2018**), qui se situent entre -0,525 et -0,540°C.

Le contrôle de la matière sèche du lait est un facteur déterminant pour la maîtrise de la transformation laitière. Il s'agit du contrôle des constituants secs tirés du lait, la totalité de ces composants étant exprimée par l'extrait sec total « total milk solids » du lait. Parmi ces constituants du lait en excluant l'eau, on citera la matière grasse, le lactose, les matières azotées et les matières minérales. Les valeurs obtenues de la matière sèche sont inférieures à la norme.

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

	T°C	pH	MS%	MG%	MP%	Lactose%	S.M%	P.C (°C)
1er prélèvement	6,1	6,88	12,89	2,79	3,10	4,68	0,67	-0,546
2ème prélèvement	5,6	6,88	12,64	2,73	3,04	4,59	0,66	-0,534
3ème prélèvement	5,2	6,86	12,49	2,67	3,02	4,55	0,65	-0,527
4ème prélèvement	5,7	6,88	12,67	2,73	3,05	4,60	0,66	-0,535

Le lactose est le principal sucre du lait. On ne le trouve d'ailleurs que dans le lait et ses produits dérivés. C'est un composant essentiel de la fermentation lactique. La fermentation lactique correspond à la transformation du lactose du lait en acide lactique, sous l'action de micro-organismes spécifiques appelés bactéries lactiques. Elle s'accompagne de modifications biochimiques, physico-chimiques et organoleptiques du produit. Ces valeurs sont comprises entre 4,55 et 4,68% pour lait expérimental contre 3,74 et 3,81% pour le lait témoin.

La complémentation alimentaire apportée aux vaches expérimentales, énergétique et riche en sucres totaux a nettement amélioré la teneur du lactose du lait produit.

Selon l'**IDF (2018)**, Les protéines sont présentes à une teneur comprise entre 3,1 et 3,4% et sont réparties en deux grandes classes, les protéines insolubles et les protéines solubles. Dans notre les laits témoins ont eu des valeurs de matière protéique MP comprises entre 2,53 et 2,58% pour les laits témoins contre 3,02 et 3,1% pour les laits expérimentaux. Les protéines totales sont indispensables à la transformation laitière et surtout à la fabrication fromagère par la maîtrise de la coagulation des laits. La coagulation du lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originel des caséines du lait. Cette déstabilisation est réalisée, en coagulation lactique, par voie fermentaire à l'aide de bactéries lactiques contenues dans la flore autochtone du lait et/ou apportées sous forme de ferments.

La fraction minérale du lait est essentielle à la transformation laitière du lait et plus précisément à la coagulation lactique du lait. La matière minérale représentée principalement par le calcium et le phosphore a donné des valeurs moyennes comprises entre 0,53 et 0,55% pour les échantillons de lait témoin contre 0,65 et 0,67% pour les échantillons de lait expérimental. Ces valeurs obtenues sont inférieures à la norme **IDF (2018)** qui se situe entre 0,7 et à 0,8%. La

complémentation alimentaire apportée a nettement amélioré la fraction minérale mais sans atteindre la conformité avec la norme de la fédération internationale du lait IDF.

D'après les résultats obtenus dans le **tableau N° 4** on remarque que les valeurs de la matière grasse (1,88 à 1,94%) du lait issu des vaches laitières non complémentées, au rationnement, en farine de noyaux de dattes, est en dessous de l'intervalle des normes attendus par la norme **IDF, 2018** (3 à 3,8%). Les vaches de race locale (témoins) alimentées avec la farine de noyaux de dattes ont donné des laits avec des valeurs élevées par rapport aux témoins de 2,67 à 2,79%. Cette différence s'explique par le facteur alimentation qui a nettement amélioré la teneur en MG.

Rapport taux protéique du lait et MG/MP : Plus le taux protéique n'est élevé, plus on améliore le rendement. Plus précisément, c'est la teneur en caséines (protéines coagulables) qui favorise le rendement. De plus, si le rapport MG/MP est trop faible, l'égouttage sera plus important, réduisant le rendement, l'équilibre de la ration alimentaire a une influence directe sur la MG et la MP du lait. Maintenir un taux protéique (MP) supérieur ou égal à 3% et un taux butyreux (MG) supérieur ou égal à 3,5% pour le lait de vache améliore considérablement sa transformation et sa fromageabilité. En effet pour les laits de vache, les valeurs extrêmes MG/MP sont 1,1 et 1,25 avec un optimum de 1,15 à 1,20. Nos résultats obtenus se situent dans cette fourchette soit de 0,74 à 0,75 pour les laits témoins et entre 0,88 à 0,9 pour les laits expérimentaux. Selon **Dahou et al. (2021)**, les laits ayant un MG/MP inférieurs à 1 seront destinés à la fabrication des laits fermentés et des fromages frais non gras.

En production et en transformation laitière, équilibrer la ration alimentaire doit assurer des apports protéiques et énergétique qui permettront d'améliorer les performances laitières des vaches et de maîtriser au mieux la disponibilité des éléments fonctionnels du lait et de stabiliser le rapport MG/MP.

IV.2- Qualité microbiologique des laits

IV.2.1 Isolement et dénombrement de la flore totale et lactique

Ces résultats ont été obtenus après un calcul de la moyenne arithmétique des unités formant colonies sur deux boites de pétri de deux dilutions successives. Le dénombrement exprimé en moyenne, moyenne logarithmique et en écart type. L'analyse bactériologique pour les résultats que nous avons obtenus ont montré une diversité en bactéries lactiques, en nombre et en type sur le milieu MRS, pour les échantillons de laits. Les résultats du dénombrement de la flore totale et de la flore lactique en fonction du temps sont montrés dans le **tableau 6 et 7**

IV.2.1.1Flore mésophile aérobie totale

La flore mésophile aérobie nous informe toujours sur la qualité hygiénique du lait cru, elle est considérée comme le facteur déterminant de la durée de conservation du lait frais (**Axelsson, 2004**). C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques. Le lait des échantillons témoin se caractérise par le comptage le plus élevé en flore mésophile aérobie totale. D'une manière générale, La charge microbienne totale du lait cru des échantillons témoins suivis est relativement élevé 6. 10^6 UFC/ml, contre en moyenne 2. 10^6 UFC/ml pour les échantillons de lait expérimental.

Tableau 6 : Dénombrement microbiologique sur le lait expérimental

	Dilution 10^{-1}	Dilution 10^{-2}	Dilution 10^{-3}	Dilution 10^{-4}	Dilution 10^{-5}	Dilution 10^{-6}	Dilution 10^{-7}	Comptage retenu (UFC/ml)
Flore totale (colonies)	95	52	32	21	9	2	0	**2. 10^6**
Flore lactique en aérobie (Colonies)	28	13	7	2	1	0	0	**1. 10^5**
Flore lactique en anaérobie (colonies)	0	0	0	0	0	0	0	**0**

Tableau 7 : Dénombrement microbiologique sur le lait témoin

	Dilution 10^{-1}	Dilution 10^{-2}	Dilution 10^{-3}	Dilution 10^{-4}	Dilution 10^{-5}	Dilution 10^{-6}	Dilution 10^{-7}	Comptage retenu (UFC/ml)
Flore totale (colonies)	112	74	48	23	14	6	1	**10^7**
Flore lactique en aérobie (Colonies)	19	8	5	2	0	0	0	**2. 10^4**
Flore lactique en anaérobie (colonies)	0	0	0	0	0	0	0	**0**

Une charge supérieure à 10^6 UFC/ml signifie une contamination importante selon la réglementation nationale (**JORA, 2016**). Ces niveaux de contaminations relativement élevées sont étroitement dépendants des conditions d'hygiène générale et de l'état sanitaire de l'animal. Cette charge élevée en flore mésophile aérobie totale dans tous les échantillons analysés pendant les deux passages, renseigne sur le degré de salubrité générale de l'exploitation. Les niveaux élevés de la flore totale peuvent être interprétée comme un indice de mauvaise pratique d'hygiène pendant la traite. Aussi, les laits présentant une telle charge sont moins recherchés dans les industries agro-alimentaires à cause des risques d'altérations ou d'accident de fabrication (**Montel *et al.*, 2012**).

Nos échantillons sont de qualité C, acceptable, avec une flore totale > à 10^6 UFC/ml, seront orientés, selon l'**IDF (2018)**, pour la fabrication des laits de consommation.

La flore lactique mésophile est composée de bactéries acidifiantes représentées par *Lactococcus* et *Pediococcus* qui fermentent le lactose et produisent ainsi des acides, de l'éthanol et du CO_2. Leur développement est freiné par l'abaissement du pH et leur croissance est stoppée lorsque le pH est inférieur à 4,5. Ils sont peu résistants à la chaleur (**Dahou *et al.*, 2015**). La charge en Flore mésophile des échantillons (prélevés) analysés est de 1. 10^5 UFC/ml pour les échantillons de lait expérimental et de 2. 10^4 UFC/ml pour les échantillons de lait témoin. En transformation laitière, la présence d'une microflore lactique joue un rôle antagoniste vis-à-vis de la flore nuisible, qui devraient être abondante en élevage laitier (**Medjahed *et al.*, 2021**). Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation, la race et d'autres facteurs. (**Montel *et al.*, 2012**). Les genres mésophiles sont dominants dans les laits de la race bovine locale étudiée « la Cheurfa ».

IV.2.2 Etude des caractères morphologiques

IV.2.2.1Caractérisation macroscopique des bactéries lactiques

A partir des échantillons des laits étudiés, deux souches de bactéries lactiques ont été isolées. Afin de réaliser une caractérisation présomptive au stade genre des bactéries lactiques isolées du milieu MRS on a appliqué des observations macroscopiques et microscopiques avec des tests biochimiques. Les différents isolats ont de différents aspects macroscopiques, ils montrent divers aspects de colonies.

Nous avons remarqué des colonies lenticulaires blanches de couleur jaune clair, des colonies rondes parfois bombées de couleur blanchâtre ou blanche soit de taille variable de 1 à 2 mm et avec une surface lisse, parmi lesquelles on trouve des colonies a contour régulier

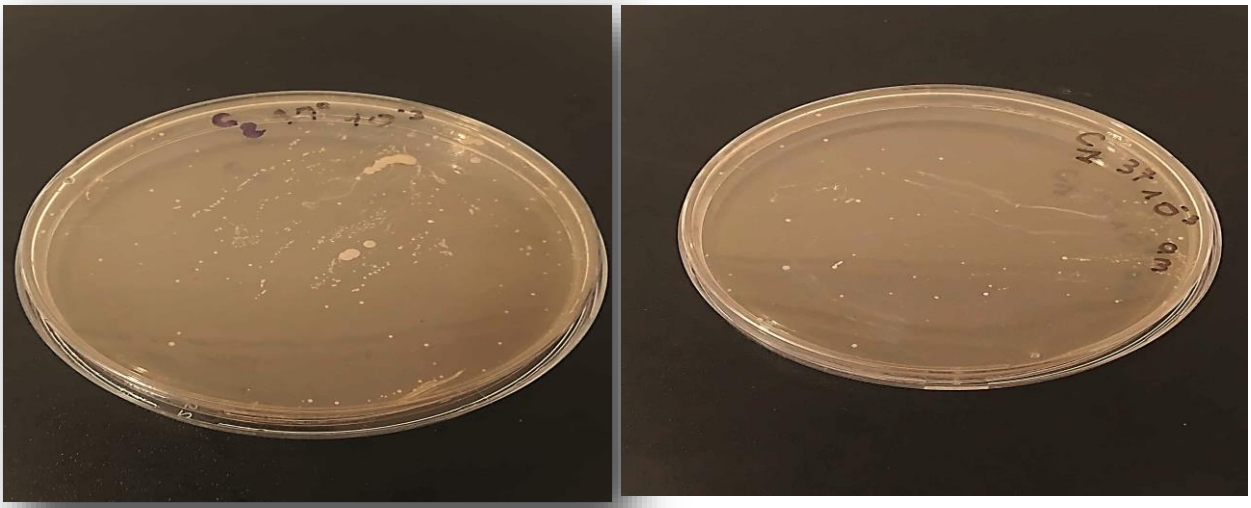
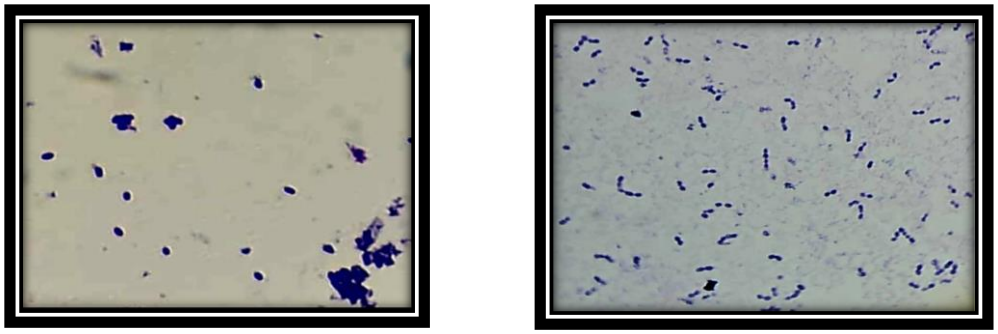


Figure 10 : Observation macroscopique des colonies des isolats lactiques obtenus

IV.2.2.2Caractérisation microscopique des isolats lactiques

La caractérisation microscopique est basée sur la coloration de Gram, puis l'observation microscopique des frottis, ce qui a révélé que les souches sont Gram positif, se présentant sous une forme cellulaire : des coques. Les coques sont arrangées en diplocoques (en paire de cellules) et en chaînettes (**figures 11**). Selon la caractérisation phénotypique de ces cellules, on peut déduire que ce sont des bactéries lactiques présumées aux genres : *Lactococcus* et *Pediococcus* (**figures 11**).



(1) (2)

Figure 11 : Observation macroscopique des isolats lactiques : (1) *Pediococcus*, (2) *Lactococcus*

IV.2.2.3 Test biochimique du métabolisme respiratoire

Test de catalase : Les deux souches isolées sur les milieux MRS n'ont pas présenté une réaction d'effervescence (Pas de bulles d'air) lors de l'ajout d'une goutte de H_2O_2, ce qui démontre que ces bactéries ne possèdent pas d'activité d'enzyme catalase. Ce qui laisse suggérer que ces bactéries sont des bactéries lactiques.

IV.3 Test de lacto-fermentation

La compilation des résultats des tests de lacto-fermentations réalisés au laboratoire a permis d'obtenir la notation de la qualité des laits produite par les 02 lots de vaches (expérimental et témoin) comme suit **(figure 12**) : Cette qualité va essentiellement s'évaluer en rapport au pourcentage de laits de qualité A et de qualité B.

La qualité A (gel homogène) représente un lait ayant une odeur lactique caractéristique. Il est de bonne qualité et optimal pour tous les usages de transformation laitière, notamment pour la fabrication fromagère et des laits fermentés.

La qualité B (gel digéré) représente des laits ayant possiblement une légère présence de germes psychrotrophes. Utilisable pour la technologie du « lait de consommation » traité par pasteurisation HTST car la stabilité du lait transformé n'est pas garantie (possibilités que se développent des germes indésirables considérant la présence non-optimale des bactéries biotechnologiques. L'alimentation a une très grande influence sur les résultats des lacto-fermentations : des foins ou ensilages de qualité hors normes (moisissure, impuretés, etc.) produisent souvent des lacto fermentations du lait avec des qualités qui se classent en B, C et D et/ou qui gonflent avec une production et un dégagement accru de gaz qui se forment à

l'intérieur des tubes de lacto-fermentation, indiquant ainsi la présence de micro-organismes indésirables.

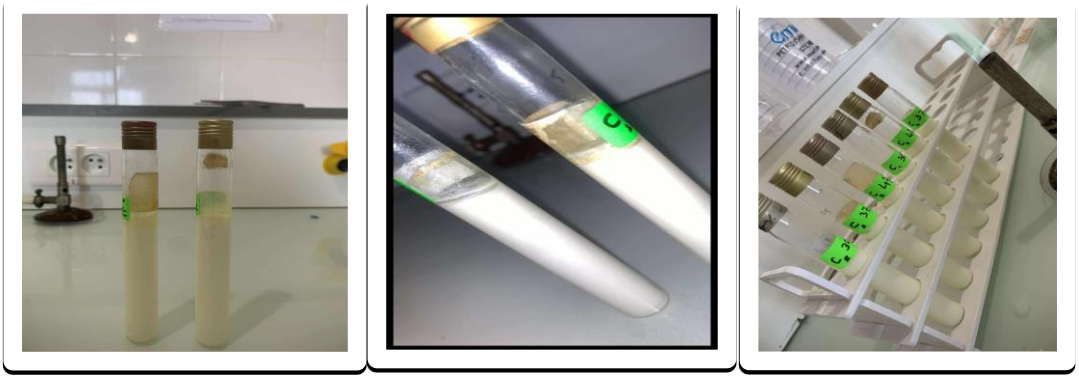


Figure 12 : Test de lacto-fermentation

Le trayon mammaire est le réservoir potentiel majeur. La surface des trayons (surface en contact avec les manchons trayeurs) abrite une forte diversité de groupes microbiens avec une forte prédominance des groupes lactiques : leur niveau est en moyenne 100 fois plus élevé que ceux des groupes microbiens d'altération (coliformes, moisissures, levures ou anaérobies). Nos résultats ont orienté la lacto-fermentation des laits expérimentaux vers une qualité A, avec une dominance d'une flore totale aérobie mésophile non pathogène et d'intérêt technologique. Ce résultat a été déjà démontré, préalablement par le dénombrement microbien. De plus, en printemps (saison de notre expérimentation), l'alimentation de base (énergétique et riche en fibres) et complétée avec de la farine de noyaux de dattes, a assuré une forte teneur en microbes intéressants pour la production fromagère et des laits fermentés. L'alimentation des vaches laitières module la dynamique des communautés microbiennes de la mamelle.

Coagulation lactique, viscosité du coagulum et rendement fromager

La moyenne de la durée de la coagulation lactique totale issue du lait expérimental est de 16 heures avec une viscosité du caillé lactique de 865 cp et un ES de 10,86% de soit une perte de 0,17% (<à 1%)

La moyenne de la durée de la coagulation lactique totale issue du lait témoin est de 18 heures avec une viscosité du caillé lactique de 598 cp et un ES de 7,02% de soit une perte de 0,39% (<à 1%)

Les résultats obtenus avec les échantillons de lait expérimental (obtenu d'une alimentation complétée par de la farine de noyaux de dattes (**voir tableau 8**) concordent avec ceux de **Dahou**

et al. (2021), qui confirme que 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 qui est 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%.

Pour les échantillons de lait témoin **(tableau 9),** la viscosité à la coagulation totale a été faible (598 cp) à cause du manque de fermeté de gel lactique, cela a été expliqué, dans le même contexte, par **Xiuju** et **Zhengtao (2022)**, par le manque de liaisons solides phospho-calciques (faible force cohésive) entre les micelles de caséines (TP faible).

Tableau 8 : Qualité physico-chimique du coagulum expérimental obtenu

	pH	Acidité °D	MS %	Durée de la fermentation (Heures)	Viscosité du coagulum (Cp)	Rendement fromager%
Lait fermenté	4,92	87	10,98	16	865	/
Coagulum obtenu	4,72	/	10,86	/	/	39,29
Lactosérum	4,63	117	1,91	/	/	/

Tableau 9 : Qualité physico-chimique du coagulum du lait témoin

	pH	Acidité °D	MS du lait fermenté %	Durée de la fermentation (Heures)	Viscosité du coagulum (Cp)	Rendement fromager%
Lait fermenté	4,87	92	7,42	18	598	/
Coagulum obtenu	4,82	/	7,02	/	/	26,15
Lactosérum	4,75	108	2,91	/	/	/

L'analyse des rendements fromagers révèle une influence significative des paramètres étudiés (disponibilité des éléments fonctionnels d'intérêt) sur la quantité de fromage obtenue. Les rendements étaient supérieurs, donnant une valeur de 39,29% pour les laits expérimentaux, contre 26,15% pour les laits témoins. D'après ces résultats (**tableau 8 ; 9**) et d'après **Tahlaiti *et al.* (2020)**, les facteurs influençant le rendement, au-delà de la disponibilité des éléments

fonctionnels dont le TP sont les caractéristiques des flores lactiques disponibles ou employées, le pH du milieu et les techniques de fabrication spécifiques.

Le rendement fromager est un paramètre économique important pour la production fromagère, car il influence la quantité de produit final obtenue à partir d'une quantité donnée de lait. Une meilleure compréhension des facteurs influençant le rendement permet d'optimiser les processus de fabrication et d'améliorer la rentabilité des producteurs fromagers de la région d'étude.

(1) (2)

Figure 13 : Caillés lactiques obtenus (1) à partir du lait témoin, (2) à partir du lait expérimental

Tenant compte des résultats obtenus et selon **Lawrence *et al.* (2015),** l'alimentation a un effet significatif sur la qualité et le rendement fromager. Une alimentation adaptée et équilibrée influence la composition du lait, ce qui à son tour affecte le rendement en fromage et la qualité du produit final.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

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 à nettement améliorer 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.

Cette étude avait pour objectif de contribuer à la valorisation d'une farine à base de noyaux de dattes en complément alimentaire dans l'alimentation des vaches de race locale « Brune de l'Atlas » pour consolider la sécurité alimentaire et offrir un lait de meilleure qualité. Il ressort de résultats obtenus que les laits des vaches complémentées présentaient des caractéristiques physico-chimiques améliorées zn constituants fonctionnels. Sur le plan nutritionnel, les teneurs en protéines et en lactose étaient élevées chez les vaches complémentées avec la farine de noyaux de dattes, mais avec un taux de matière grasse toujours faible par rapport au lait recommandé par l'IDF. En somme, la ration complémentaire a donné un lait de meilleure qualité physico-chimique, microbiologique et avec une meilleure aptitude à la transformation. Ce complément alimentaire peut donc être recommandé pour améliorer la qualité de la production laitière des zones semi-arides et arides pauvres en disponibilité des aliments fourragers.

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.

Conclusion

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

Abada, M. (2001). Contribution à l'étude de la race bovine Brune de l'Atlas en Algérie : caractéristiques morphologiques et aptitudes productives [Thèse de doctorat, Institut National Agronomique, El Harrach – Alger]

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

Aggad H., Mahouz F., Ahmed Ammar Y. et Kihal M., 2009. Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Revue Méd. Vét., 160, 12,590-595.

Ahmad, S., Gaucher, I., Rousseau, F., Beaucher, E., Piot, M., Grongnet, J.-F., & Gaucheron, F. (2008). Effects of acidification on physico-chemical characteristics of buffalo milk : A comparison with cow's milk. Food Chemistry, 106(1), 11–17. **https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.046**

Al-Khalili, M., Al-Farsi, M., & Rahman, M. S. (2022). Valorization of date pits : A review of nutritional composition, functional properties, and industrial applications. Journal of Food Science and Technology, 59(5), 1557–1572. **https://doi.org/10.1007/s13197-021-05233-4** .

Ambigaipalan, P., & Shahidi, F. (2015). Date seed flour and oil as ingredients in functional food. Food Chemistry, 174, 899–908. **https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.091** .

Amiot J., Fourner S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R et Turgeon H... (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique ettechniques 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).

Amiot J., Fourniers S., Lebeuf Y., Paquin P., Simsoud R., 2002. Chapitre 1 : composition. Propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité Edition : école polytechnique de Montréal. 600 p

Axelsson L. 2004. Lactic acid bacteria ; microbiological and functional aspect. 3rd Rev. And Exp. New York : Marcel Dekker, p. 1-66.

Axelsson L. 2004. Lactic acid bacteria ; microbiological and functional aspect. 3rd Rev. And Exp. New York : Marcel Dekker, p. 1-66.

Références bibliographiques

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

Bencharif A. 2001. Stratégies des acteurs des filières lait en algérie : état des lieux et problématiques.in : les filières et marchés du lait et dernies en méditerranée. Options méditerranéennes, série b32/25-45.

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 crée 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.

Bonnier Puck, Arno Maas, Jolianne Rijks, 2004. L'élevage des vaches laitières. Fondation Agromisa, Wageningen, 2004.

Boujenane, I. (2010). Ajustement de la courbe de lactation des vaches Holstein selon le modèle de Wood. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, 1(2), 7–12

Canteri G. (2006). Les levains lactiques. In : Eck A et Gillis JC. (Eds.), Le fromage. Tec et Doc., Lavoisier, Paris, pp. 175-194.

Cauty et Perreau. 2009. Conduite du troupeau bovin laitier. Production, qualité rentabilité. 2ème édition france agricole. 334p.

Cauty, I., & Perreau, J. M. (2003). La conduite du troupeau laitier. France Agricole.

CUQ JL., 2007. Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. 20-25 p.

Cuq, J. L., (2007). Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier pp : 20-25 de production des élevages. Thèse de doctorat en sciences agronomiques.INA. Alger, 2 tomes

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

Références bibliographiques

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

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

Enjalbert, F. (2003). Alimentation de la vache laitière. Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage. Le Point Vétérinaire, 34(236), 40–44.

Essalhi M., (2002). Relation entre les Systems de production bovin et les caractéristiques du lait. Mémoire d'ingénieurs. Institue Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat. 104p

FAO (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical Yearbook. Disponible sur : http://www.fao.org/faostat .

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.

FAO., (2007). Lait et produits laitiers. Rome. 1ére édition. Pp 14.

Federighi M. (2005). Bactériologie alimentaire. Edition : Economica. Paris. 227 P.

Feliachi 2003. Rapport national sur les ressources génétiques animales. Algérie commission nationale angr, 2003.

Références bibliographiques

Feliachi, M. (2003). Étude des systèmes d'élevage bovin laitier dans la région d'El Tarf : Analyse des performances zootechniques et économiques [Thèse de Magister, Institut Agronomique de l'Université d'Annaba, Algérie].

Florence C., (2010). Qualité nutritionnelle de lait e vache et ces acides gras voies d'amélioration par l'alimentation.128P.

Ghaoues S., 2011. Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques du lait reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien, mémoire de fin d'ettude pour obtenir Magister en Sciences Alimentaires, I.N.A.T.A.A, Université Mentouri – Constantine, 130 p.

Guigma, W. V. H., (2013). Appréciation de la qualité physico-chimique du lait frais en rapport avec les pratiques d'élevage dans les élevages autour de la ville de Kaolack au Sénégal (Doctoral dissertation, Thèse de Médecine Vétérinaires. Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires. Dakar (Sénégal).17, 18

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

Guiraud JP. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition : Dunod. Paris. 651p.

Guiraud JP., (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod. Paris. PP : 136-139.

Gunasekaran, S., & Ak, M. M. (2003). Cheese Rheology and Texture. CRC Press. ISBN : 978-1-58716-021-9

Guy. F., 2006. Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France. 17p.

Hadef S, (2012). Evaluations des aptitudes technologiques et probiotiques des bactéries lactiques locale. Mémoire de magister en microbiologie appliquée. Université Kasdi Merbah Ourgla, Faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers, Département des sciences de la nature et de la vie, 89p

Henno M., Ots M., Jõudu I., Kaart T. et Kärt O., 2008. Factors affecting the freezing point stability of milk from individual cows. Int. Dairy J. 18, (2) : 210-215.

Références bibliographiques

Houssin, B., Chenais, F., Hardy, H., 2005. Utilisation du foin par les vaches laitières, influence sur les performances zootechniques, sur la composition de la matière grasse du lait et sur les qualités de camembert. Renc Rech Ruminants, 12, 414 p.

https://www.agricoleforum.fr/quelle-est-l-alimentation-d-une-vache-laitiere/

https://www.animaletic.fr/les-complements-alimentaires-adaptes-besoins-vaches-laitieres/02/05/2025

https://www.coconutfarm.com.my/fr/post/r%C3%A9v%C3%A9lation-de-la-merveille-nutritionnelle-les-merveilles-de-la-farine-de-coprah-dans-l-alimentation 28/04/2025.

https://www.generation-ecoagriculteur.fr/alimentation-des-vaches-laitieres-conseils-pour-optimiser-les-rations15/04/2025

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, Besoins et réponse des animaux – Rationnement – Table des valeurs des aliments. Éditions Quæ, 2018. 728p.

Institut Technique de l'Élevage (ITELV). (2010). La race Brune de l'Atlas : Caractéristiques et aptitudes. Bulletin Technique de l'Élevage, 15, 22–26.

Jassim, M. S., Abdullah, N., & Al-Hasani, R. H. (2010). Effect of date pit powder supplementation on reproductive hormones and growth performance of livestock. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 5(3), 67–72.

Jay. J., 2000. Taxonomy, role, and significance of microorganisms in food. Dans Modern Food Microbiology, Aspen Publishers, Gaithersburg MD.13p.

Jeanl., (2015). Question sur produit laitier et le lait, paris, 2pp.

Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G., (2008) : Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 (185 pages).

Références bibliographiques

Jeantet R., Royenne T., Mahaut M., Schuck P et Brulé G., (2008). Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier : 1-3-13-14-17 (185 pages).

Johnson, D.V., Rivera, D, Alcaraz, F, Carreño, E, Delgadillo, J, Carrillo, M.H, . . . Ríos, S. (2013). Date Palm (Phoenix dactylifera) Dispersal to the Americas : Historical Evidence of the Spanish Introduction.

JORA. 2016. Journal Officiel de la République Algérienne N°39 du 04 octobre 2016 : Critères microbiologiques des denrées alimentaires. 11-32p.

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.

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.

Lamontagne, F., Bélanger, M., & Poulin, M. (2002). Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur – Document synthèse. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)

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.

Legarto, J., Gelé, M., Ferlay, A., Hurtaud, C., Lagriffoul, G., Palhière, I., Peyraud, J. L., Rouillé, B., Brunscwig. 2014. Effet des conditions d'élevage sur la production du lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache, chèvre, et brebis évaluée par spectrométries dans le moyen infraroug. INRA Prod Anim,27(4), 269-282 p.

Leyral G. Vierling É., 2007. Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaires. 4éme édition. Ed. Biosciences et techniques. 87p.

Références bibliographiques

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/

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

Mauries, M. (2003). Alimentation de la vache laitière autour du vêlage. Institut de l'Élevage, FIDOCL Conseil Élevage, France.

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://arccjournals.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

Mehnoune S., Ferhoul K., (2015). Contrôle de la propriété hygiénique du lait de vache cru avec application de la préparation du fromage frais « petit suisse ». PFE de Master, Université Djilali Bounaama, Khemis Miliana, 6pp.

Michel, M. M., (2011). TECHNO CULINAIRE. Éditions BPI

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

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

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/).

Ordonnance n° 2010-1579 du 17 décembre 2010 relative aux produits et déchets, publiée au Journal officiel de la République française du 18 décembre 2010.

Références bibliographiques

Pointurier H., (2003). La gestion matière dans l'industrie laitière. Tec et Doc, Lavoisier, France : 64(388P).

Pougheon, S., Gaursaud, J., 2001. Lait et ses constituants, caractéristiques physicochimiques. In Debry G. 2001. Lait nutrition et santé. Édition Technique et Documentation Lavoisier, 566 p.

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

Ramet JP. (2006). Technologie comparée des différents types de caillé. In : Eck A et Gillis JC. (Eds.), Le fromage. Tec et Doc., Lavoisier, Paris, pp. 335-364

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** .

Saidou, A. (2004). Caractérisation des systèmes de production laitière et analyse des performances de vaches dans les élevages périurbains de la zone de Niamey (Niger) [Thèse de doctorat]. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.

Tahlaiti H., Dahou A.A, Rechidi Sidhoum N. et Homrani A. 2020. Assessment of the cheese-making ability of individual cow milks from the experimental farm of the University of Mostaganem, Algeria. Vol 39, Issue 4 : 286-290. Journal : Asian Journal of Dairy and Food Research / https://arccjournals.com/onlineFirstArticles.

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

Tamime, A. Y. (2002). Fermented Milks. Blackwell Science Ltd. ISBN : 978-0-632-05518-4.

Varnam AH et Sutherland P., (2001). Milk and Milk Products : Technology, Chemistry, and Microbiology. Volum 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. PP : 35-37

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

Références bibliographiques

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

Vignola, C. L. (2002). Science et technologie du lait : Transformation du lait. Montréal : Presses Internationales Polytechnique. ISBN : 978-2-553-01029-3

Vilain A-C. (2010). Qu'est-ce que le lait ? Rev Fr Allergol. 1 avr 2010 :50(3) :124-7

Villaret, J., Giraud, J., Normand, J., & Brochard, M. (2011). La race Montbéliarde : Performances, valorisation fromagère et atouts pour un élevage durable. INRA Productions Animales, 24(2), 123–134.

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

Xiuju, W. ; Zhengtao, Z. 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.

Yaakoub, F. (2006). Évaluation in vitro de la dégradation des principaux fourrages des zones arides. Mémoire de Magister, option Nutrition, Université El-Hadj Lakhdar de Batna, Faculté des sciences, Département vétérinaire

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. Algerie.

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 01 :

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

Analyses du 20 janvier 2025

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

Tableau 1 **: Les résultats De l'analyse de farines de noyaux des dattes**

Analyse	Humidité %	Matière Sèche %	Fibres %	Glucides %	Protéines Brutes %	Lipides %	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 02 : Composition des milieux de culture

Tableau 2 : gélose PCA

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

Tableau 3 : 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 H2O	0.2
Sulfate de magnes, 4 H2O	0.5
Agar	18
Eau distillée	1000 ml

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

Tableau 4 : Eau peptonée

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

Tableau 5 : Eau physiologique

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

Annexe 03 : Interprétation des résultats du test de lactofermentation

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

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

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

ANALYSE	**Norme** **FAO/OMS, 2019**
Cellules somatiques cellules/ml	400 000< cel/ml lait ≤ 200000
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 Coliformes Coliformes fécaux Clostridium butyrique (spore/ml) Staphylocoques aureus	100 5.10^3 10 Absence 10^3
Flore lactique ufc/ml	$> 10^4$

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 10 ^{5}**	**Technologie fromagère**
B	**8 10 ^{5} < Flore totale> 5 10 ^{5}**	**Laits fermentés**
C	**> 8 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