

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

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

Habbas houari

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité : Production et transformation laitières

THÈME

**Aptitude du lait de la ferme
expérimentale à la transformation
fromagère**

Devant les membres du jury

Président	Dr. TAHLAITI H.	M C A	U. Mostaganem
Examineur	Mr. MEDJAHED M.	M AA	U. Mostaganem
Encadreur	Dr. MEGHOUFEL N. L.	M A B	U. Mostaganem
Co-Encadreur	Dr. DAHOU A. E. A.	M C B	U. Mostaganem

Travail réalisé au Laboratoire des Sciences et Techniques de Productions Animales

Année universitaire 2020-2021

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir aidé, et donné la foi et la force pour achever ce travail.

Mes sincères remerciements sont adressés, premièrement au. **Dr MEGHOUFEL N. L.**, en sa qualité d'encadreur, et au **Dr. DAHOU A.E.A**, mon Co-encadreur. Je les remercie d'avoir acceptés de m'encadrer, ainsi que pour leur aide, leurs conseils, leurs orientations, leur disponibilité et leur patience avec moi.

Mes vifs remerciements sont adressés aux membres du jury, pour avoir acceptés de juger ce travail ;

D'abord au **Dr. TAHLAITI H.**, en sa qualité de présidente ;

Ainsi qu'à **Mr. MEDJAHED M.**, en sa qualité d'examineur.

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Mes plus vifs remerciements s'adressent au personnel de la ferme expérimentale de l'Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem, de Hassi-Mamèche.

Je remercie l'ingénieur du laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale : **Mr. BENHARRAT N.** J'adresse mes remerciements à tous les enseignants du parcours de master de production et transformation laitière.

Je vous remercie d'avoir enrichis mes connaissances et de m'avoir guidé durant toute la période de formation et de stage, merci pour votre soutien et votre implication.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

- ❖ *Ma chère **maman** que dieu la bénisse et la protège*

- ❖ *Et **mon père** qui s'est sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis.*

Ils Méritent tous mon respect.

- ❖ *À toute ma famille, mes sœurs et mes frères.*

- ❖ *À mes chers amis « **Benatia hadj abdrahmen** et **Maazouzi Oussama** ».*

- ❖ *À tous mes amis, chacun par son nom.*

- ❖ *À tous les étudiants de la promotion de production et transformation laitière 2021*

- ❖ *Et toute personne qui me connaît.*

Merci à tous

Résumé

Cette étude concerne le suivi de la qualité hygiénique et des caractéristiques physico-chimiques du lait frais produit par la ferme expérimentale de Hassi Mamèche, affiliée à l'Université de Mostaganem, provenant de vaches laitières en lactation de race Prim-Holstein. L'objectif de cette étude est d'évaluer, sur une période d'un mois, l'aptitude fromagère des laits de la ferme expérimentale comparée à celle des laits reconstitués avec une poudre de lait de qualité fromagère normalisée, et essayer d'expliquer les résultats des tests effectués par rapport à la composition des laits comme le taux des protéines, l'aptitude à la coagulation et le rendement en extrait sec total des caillés fromagers obtenus. Les moyennes des résultats physico-chimiques obtenues pour les échantillons du lait de vache sont en général non conformes aux normes de la F.I.L (sur le plan richesse en matière protéique, matière sèche et point de congélation) par rapport aux échantillons de lait reconstitué de qualité fromagère normalisée. Du point de vue hygiénique les laits testés présentent une qualité très satisfaisante selon les normes FIL de classe A et avec une lactofermentation conforme à une transformation fromagère. La répétition des tests sur les échantillons des lait frais produits par la ferme expérimentale, comparés à ceux reconstitués de qualité fromagère, nous a permis de déceler un mouillage et une faiblesse en matière protéique sur les échantillons de lait frais de vache, nécessitant une amélioration soit par les pratiques d'élevage et de production soit par un amendement protéique apportant l'équilibre nécessaire à une bonne transformation laitière et l'obtention du rendement en extrait fromager escompté.

Mots clés : lait de vache, propriétés physico-chimique, Aptitude fromagère, Lactofermentation, Rendement en extrait sec total.

ملخص

تتعلق دراستنا بمتابعة ومراقبة الجودة الصحية والخصائص الفيزيوكيميائية للحليب الطازج الذي تنتجه مزرعة حاسي ماماش التجريبية، التابعة لجامعة مستغانم، والصادر من بقر مرضع من سلالة بريم هولشتاين. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم، على مدى شهر واحد، القدرة على صنع الجبن لحليب المزرعة التجريبية بالمقارنة مع حليب معاد تكوينه باستخدام مسحوق حليب ذات جودة جيدة موحدة، ومحاولة تفسير لنتائج الاختبارات التي أجريت بالنسبة الى مكونات الحليب، كمعدل البروتينات، قدرة التخثر ومردود المستخلص الجاف لخبثارة الجبن التي تم الحصول عليها. متوسطات النتائج الفيزيوكيميائية التي تم الحصول عليها لعينات حليب البقر لا تتوافق عموما مع المعايير الفيدرالية العالمية للحليب (F.I.L) (من حيث محتوى البروتين والمادة الجافة ونقطة التجمد) مقارنة بعينات الحليب المعاد تكوينه. من وجهة نظر صحية، يقدم الحليب التجريبي جودة صحية مرضية للغاية مع تقييم في القسم classe A وفقا لمعايير F.I.L ومع التخمر لبني موافق لمقاييس انتاج الجبن. اتاح لنا تكرار الاختبارات على عينات الحليب الطازج المنتجة بالمزرعة التجريبية، مقارنة بالحليب المعاد تكوينه، اكتشاف تبديل والضعف في مادة البروتين في عينات حليب البقر الطازج، والذي يتطلب تحسين هذا الحليب إما عن طريق ممارسات التربية او من خلال تعديل البروتيني الذي يوفر التوازن اللازم لتصنيع الالبان بشكل جيد والحصول على المردود المنتظر لمستخلص الجبن.

الكلمات المفتاحية: حليب البقر، خصائص فيزيوكيميائية، قدرة التجبن، التخمر اللبني، مردود مستخلص جاف اجمالي.

Abstract

Our experimentation concerns a monitoring of Hygienic quality and physico-chemical characteristics of fresh milk produced by the experimental farm of Hassi -Mamèche, which affiliated with the University of Mostaganem, from dairy cows in lactation of prim-Holstein breed. The objective of this study is to evaluate, over a period of 01 month, the cheese-making ability of the experimental farm milk, compared to that of reconstituted milk from standardized cheese quality milk powder, and to try to explain the results of the tests carried out in relation to the milks composition such as the protein rate, coagulation ability and the total dry extract yield of the cheese curds obtained. The average Physico-chemical results obtained for the samples of cow's milk in general do not comply with the F.I.L. norms (in terms of protein content, dry matter and freezing point) compared to the samples of reconstituted milk of standardized cheese quality. From the hygienic point of view, the experimental milks present a very satisfactory quality with class A standards according to IDF (FIL) and with a lactofermentation in conformity with a cheese transformation. The repetition of the tests on the samples of fresh milk produced by the experimental farm, compared to those reconstituted, allowed us to detect a wetting and a weakness in protein matter on the samples of fresh cow's milk, requiring an improvement either by the breeding practices and production or by a proteinic amendment bringing the necessary balance to a good dairy transformation and obtaining an expected yield in cheese extract.

Keywords: Cow milk; Physico-chemical properties; Cheese aptitude, Lactofermentation, Total dry extract yield.

Liste des abréviations, sigles et acronymes

ANP : Apport non protéique.

C° : Degré Celsius.

Ccs : Comptage des cellules somatique

CIPC LAIT : Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles du Lait

D° : Acide Doronic.

E.S.T : Extrait sec totale.

FIL : Fédération Internationale du Lait

LSTPA : Laboratoire des sciences et techniques de production animales.

Mg : Matière grasse.

ONIL : L'office national interprofessionnel du lait

PH : Potentiel Hydrogène.

TB : Taux butyreux

TP : Taux protéique

Ufc : Unité formant colonie.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Composition générale du lait de vache (Amiot et al., 2002)	7
02	Compositions moyenne du lait de différentes espèces animales (Amiot et al., 2002)	7
03	Composition lipidique du lait (Amiot et al., 2002)	8
04	Composition du lait en minéraux (Amiot et al., 2002)	10
05	Teneurs moyennes des principales vitamines du lait (Amiot et al., 2002)	11
06	Composition du lait de différentes races bovines (Thomas et al., 2008)	12
07	Flore indigène du lait cru (Vignola, 2002)	15
08	Baisse de production avec l'augmentation du taux cellulaire (Mathieu, 1998)	18
09	Odeurs (absorbées) du lait (Amiot et al., 2002)	19
10	Saveur non détectée par l'odorat (Amiot et al., 2002)	20
11	Résultats des analyses physico-chimique des laits	31
12	Résultats des pesées des caillés fromagers après filtration et après étuvage	35
13	Résultats du rendement fromagers (extraits secs) des caillés fromagers.	36
14	Composition du lait reconstitué (pour 100g/100ml de lait)	41

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Structures d'un globule de matière grasse (Amiot et al., 2002)	8
02	Préparation du lait en poudre	26
03	Analyse physicochimique d'un échantillon de lait au LactoScan (SP Ultrasonic Milk Analyzers)	27
04	Résultat de la lactofermentation sur des laits frais et du lait reconstitué fromager	23
05	Résultats de réduction du bleu de méthylène et de lactofermentation sur les échantillons	24
06	Résultats de réduction du bleu de méthylène et de lactofermentation sur les échantillons	24
07	Répartition des laits dans les flacons stériles (250ml/flacon)	42
08	Incubation des laits à différentes températures (ici à 30°C).	42
09	Filtration des caillés obtenus après 24 heures d'incubation	43

Sommaire

Résumé	i
ملخص.....	ii
Abstract	iii
Liste des abréviations, sigles et acronymes	iv
Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
Introduction	2
Revue bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur le lait de vache	6
I.1. Le lait de vache	6
I. 2. Composition, structures et propriétés générales des constituants du lait	6
I.3. Facteurs influençant la composition du lait	12
Chapitre II : Critères de qualité du lait	
II.1. Définition de la qualité du lait	15
II.2. Microorganismes du lait	15
II.3. Les composants indésirables dans le laits	16
II.4. Les critères organoleptiques du lait	18
Partie expérimentale	
Chapitre I. Matériel et méthodes	25
Chapitre II. Résultats et discussion	31
Conclusion	38
Annexes	41
Références	45

Introduction

Introduction

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et ses dérivés occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, il apporte la plus grosse part des protéines d'origine animale, c'est pour cette raison le maintien du secteur laitier, ne doit pas se focaliser uniquement sur l'agent producteur, qui est la vache, mais aussi sur la qualité du lait collecté (**Kirat, 2007**).

En effet le lait est considéré comme un milieu biologique complexe, composé de toutes les molécules organiques nécessaires au développement des microorganismes et sa qualité peut être affectée par de nombreux facteurs tels que les contaminations au cours et après la traite et en cas de présence d'infections mammites (**Aggad et al, 2009**).

Plusieurs mesures devront être prises, pour réduire le risque de contamination et assurer une consommation humaine sans danger, notamment, les bonnes pratiques de production, l'hygiène à la traite et le bon contrôle microbiologique et physico-chimique de la qualité du lait, obtenu selon un cahier des charges défini à la transformation.

Plusieurs facteurs interviennent dans la détermination de la qualité du lait, en partant de sa composition chimique à sa charge microbienne. Ces facteurs sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire...), soit au milieu (alimentation, saison, traite...) (**Ghazi et Niar, 2011 ; Dahou et al. 2021**).

L'industrie laitière Algérienne a mis en place, au niveau de la production, une politique qualité qui a permis, au cours des dernières années, d'acquérir une meilleure maîtrise des caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques du lait (**Aggad et al, 2009**).

Pour le producteur, la qualité est une absence d'impuretés et une présence du taux de matières ~~un~~ élevé ; l'industriel réclame une matière première au rendement de transformation élevé, tandis que le consommateur désire un produit sans risque pathogène et aux qualités organoleptiques satisfaisantes (**Pougheon, 2001**).

L'objectif de notre étude est de tester la répétabilité dans le temps, des tests de qualité physicochimique et hygiénique du lait produit à la ferme expérimentale de Hassi Mamèche, affiliée à l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, en comparant les résultats obtenus à ceux d'échantillons de lait reconstitués de qualité fromagère, et essayer d'expliquer avec des critères

Introduction

simples de compositions du lait, telle que la teneur en matière sèche et protéique, ainsi que des critères de qualité hygiénique, leur impact sur l'aptitude à la transformation de ces laits sur un aspect de lactofermentation, de coagulation lactique et de rendement en extrait sec fromager cela sur une période de 4 semaines.

Revue
Bibliographique

Chapitre I
Généralités sur le lait
de vache

I.1. Le lait de vache

I.1.2. Définition du lait

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femelle et par celles des mammifères femelles pour la nutrition de leurs petits (**Aboutayeb, 2009**),

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation, car il peut contenir des germes pathogènes. Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**Fredot, 2006**).

Le lait doit être, en outre, collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état, mais le plus souvent, après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation (**Jeantet et al., 2008**)

I.2. Composition, structures et propriétés générales des constituants du lait

I.2.1. Composition du lait

Lait est un système complexe constitué d'une solution vraie, d'une solution colloïdale, d'une suspension colloïdale et d'une émulsion.

La composition générale du lait de vache varie selon différents facteurs liés aux animaux, les principaux étant l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge. Pour connaître la composition exacte d'un échantillon de lait, il est indispensable de faire une analyse quantitative de chacun des constituants majeurs. (**Amiot et al., 2002**).

Les constituants mineurs sont : les enzymes, les vitamines, les pigments, des cellules diverses et gaz. L'un autre facteur influant sur la composition du lait est l'espèce animale.

Tableau 01 : Composition générale du lait de vache (Amiot et al., 2002).

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5-89,5	87,5
Matière grasse	2,4-5,5	3,7
Protéines	2,9-5,0	3,2
Glucides	3,6-5,5	4,6
Minéraux	0,7-0,9	0,8

Chacun des constituants du lait possède une structure spécifique et des propriétés physicochimiques qui le distinguent des autres les constituants les plus importants, soit l'eau, les matières grasses, les protéines, les glucides, les minéraux, les vitamines et les enzymes.

Tableau 02 : Compositions moyenne du lait de différentes espèces animales (Amiot et al., 2002).

Animaux	Eau (%)	Matière Grasse (%)	Protéines (%)	Glucides (%)	Minéraux (%)
Vache	87,5	3,7	3,2	4,6	0,8
Chèvre	87,0	3,8	2,9	4,4	0,9
Brebis	81,5	7,4	5,3	4,8	1,0
Chamelle	87,6	5,4	3,0	3,3	0,7
Jument	88,9	1,9	2,5	6,2	0,5

I.2.2 Structures et propriétés générales des constituants du lait

I.2.2.1. L'eau

L'eau est le constituant le plus important du lait. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce dernier est ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution Colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum (Amiot et al., 2002).

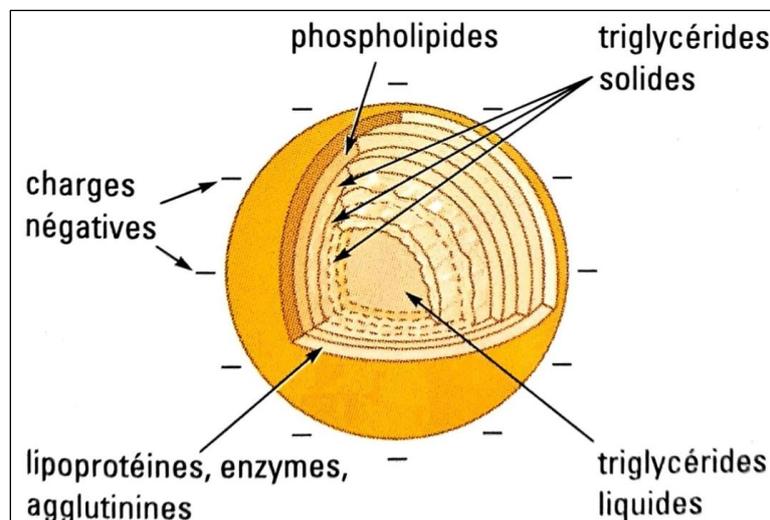
I.2.2.2. La matière grasse

Les matières grasses du lait se composent principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène.

Tableau 03 : Composition lipidique du lait (Amiot *et al.*, 2002).

Constituants	Proportions de lipides du lait (%)
Triglycérides	98
Phospholipides	1
Fraction insaponifiable	1

Les globules de gras dans le lait sont en émulsion de type huile dans l'eau. La figure 01 montre que chaque globule est formé de différentes couches de triglycérides : les triglycérides liquides à bas point de fusion sont au centre du globule, et les triglycérides solides à plus haut point de fusion, se superposent aux précédents. Le globule est formé à sa périphérie d'une sorte d'enveloppe contenant premièrement des phospholipides, qui jouent rôle d'émulsifiant dans la stabilité du globule de gras. Des protéines de membrane viennent compléter la couche externe du globule. Ce sont des lipoprotéines, des enzymes et des agglutinines. Enfin, la présence de charges négatives sur la structure des protéines de membrane empêche les globules de matières grasses de s'agglomérer dans les conditions normales d'entreposage (Amiot *et al.*, 2002).

**Figure 01** : Structures d'un globule de matière grasse (Amiot *et al.*, 2002).

a- Triglycérides

Les triglycérides constituent près de 98 % de la matière grasse présente dans le lait. Ce sont des esters du glycérol, c'est-à-dire qu'ils sont formés par condensation de trois molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol, par perte de trois molécules d'eau (Amiot *et al.*, 2002).

b- Acides gras

Les acides gras sont constitués d'une chaîne linéaire d'atomes de carbone et d'hydrogène dont le nombre d'atomes de carbone est toujours pair, entre 4 et 32 : le premier carbone porte la fonction acide ou dite carboxyle. La chaîne de carbone et d'hydrogène leur confère un caractère hydrophobe (Amiot *et al.*, 2002).

c- Phospholipides

Les phospholipides du lait, classés comme lipides complexes, Ils contiennent du glycérol ou de la sphingosine Dans le lait, on distingue trois types de phospholipides : les lécithines. Les céphalines et les sphingomyélines (Amiot *et al.*, 2002)

I.2.2.3. Les protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers. Ce sont des polymères naturels qui se caractérisent par la présence d'azote (N). Il s'agit principalement de vingt acides aminés différents reliés entre eux par des liens peptidiques.

L'analyse du lait par méthode de minéralisation (méthode Kjeldahl), a permis déterminer que 95% de la quantité totale d'azote est présente dans les protéines dont la concentration moyenne est de 3,2%

Différentes structures et propriétés physicochimiques distinguent les protéines du lait. On les classe en deux catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité d'une part, les différentes caséines qui sont en suspension colloïdale, regroupent sous forme de micelles et qui précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4.6, d'autre part, les protéines du sérum qui sont en solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur, donne la proportion des différentes protéines du lait (Amiot *et al.*, 2002).

I.2.2.4. Le lactose

Le lactose est le glucide, ou l'hydrate de carbone, le plus important du lait puisqu'il constitue environ 40% des solides totaux. D'autres glucides peuvent être présents en faible quantité, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose : en outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines.

Ainsi, le lait contient près de 4,8 % de lactose, tandis que la poudre de lait écrémé en contient 52 % et la poudre de lactosérum, près de 70 % (Amiot *et al.* 2002).

I.2.2.5. Les minéraux

La quantité des minéraux contenue dans le lait après incinération varie de 0,60 à 0,90 %. Ils prennent plusieurs formes : ce sont le plus souvent des sels, des bases, des acides. Le tableau 04 indique les compositions du lait en minéraux.

Tableau 04 : Composition du lait en minéraux (Amiot et al., 2002).

Minéraux	Teneur (mg/kg)	Minéraux	Teneur (mg/kg)
Sodium (Na)	445	Calcium (Ca)	1180
Magnésium (Mg)	105	Fer (Fe)	0,50
Phosphore (P)	896	Cuivre (Cu)	0,10
Chlore (Cl)	958	Zinc (Zn)	3,80
Potassium (k)	1500	Iode (I)	0,28

Les minéraux du lait se trouvent sous deux formes principales, surtout sous forme de sels ionisés et solubles dans le sérum et sous forme micellaire insoluble. Les éléments basiques majeurs comme le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium forment des sels avec les constituants acides que sont les protéines, les citrates, les phosphates et les chlorures. En outre, le calcium, le magnésium, les citrates et les phosphates se trouvent sous forme colloïdale dans les micelles de caséines (Amiot et al., 2002).

I.2.2.6. Les vitamines

Les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser. On les retrouve en très petite quantité dans les aliments. Le lait figure parmi les aliments qui en contiennent la plus grande variété de vitamines, toutefois les teneurs sont souvent assez faibles (Jakob et al, 2011 ; Lucey et Lee, 2010).

On répartit les vitamines en deux classes selon leur solubilité : soit les vitamines hydrosolubles et les vitamines liposolubles. Le tableau 05 présente les principales vitamines du lait et leur teneur moyenne (Amiot et al., 2002).

Tableau 05 : Teneurs moyennes des principales vitamines du lait (Amiot et al., 2002).

Vitamines	Teneur moyenne (µg/100ml)
Vitamines liposolubles :	
Vitamine A (+carotènes)	40
Vitamines D	2,4
Vitamine E	100
Vitamine K	5
Vitamines hydrosolubles :	
Vitamine C (acide ascorbique)	2
Vitamine B1 (thiamine)	45
Vitamine B2 (riboflavine)	175
Vitamine B6 (pyridoxine)	50
Vitamine B12 (cyanocobalamine)	0,45
Niacine et niacinamide	90
Acide pantothénique	350
Acide folique	5,5
Vitamine H (biotine)	3,5

I.2.2.7. Les enzymes

Les enzymes sont des protéines globulaires spécifiques produites par les cellules vivantes : chaque enzyme possède son point isoélectrique et s'avère vulnérable à différents agents dénaturants : comme la variation de pH, la température, la force ionique, les solvants organiques.

Les enzymes sont des biocatalyseurs, car ils accélèrent les réactions biochimiques. Chaque enzyme possède une spécificité absolue à un type de réaction ; en plus de cette spécificité de réaction, chaque enzyme est spécifique à un substrat (constituant ou groupe de constituants). Cette spécificité lui vient de son site actif qui possède la forme complémentaire du substrat.

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température (Amiot et al., 2002).

I.3. Facteurs influençant la composition du lait

La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs, qui sont liés soit à l'animal (facteurs génétiques, stade de lactation, état sanitaire ...) soit au milieu et à la conduite d'élevage (saison, climat, alimentation). Cependant, si les effets propres de ces facteurs ont été largement étudiés, leurs répercussions pratiques sont parfois plus difficiles à interpréter (**Coulon (1994) cité dans Pougheon et Gourseaud, 2001**).

La composition du lait est variable elle dépend du génotype de la femelle laitière (race, espèce), de l'âge, la saison, le stade de lactation et l'alimentation. Ces facteurs peuvent avoir des effets importants sur la composition du lait (**Pougheon et Gourseaud, 2001**).

I.3.1. Variabilité génétique entre individus

Il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races mais les études de comparaison ne sont pas faciles à mener, car les écarts obtenus lors des contrôles laitiers sont la combinaison des différences génétiques et des conditions d'élevage. Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques, or le choix d'une race repose sur un bilan économique global. C'est pourquoi un éleveur a tendance à privilégier les races qui produisent un lait de composition élevée. Il existe ainsi une variabilité génétique intra-race élevée, c'est pourquoi une sélection peut être une solution à ce problème (**Pougheon et Gourseaud, 2001**).

Tableau 06 : Composition du lait de différentes races bovines (**Thomas et al., 2008**)

Races	Protéines g/l	Matière grasse g/l
Jersiaise	3,8	4 ,8 - 5 ,2
Normande	3,45	4,31
Montbéliarde	3,27	3,91
Holstein	3,19	4 ,01

I.3.2. Stade de lactation

Les teneurs du lait en matières grasses et protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale), et chutent jusqu'à un

minimum au 2^{ème} mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

I.3.3. Age ou numéro de lactation

On peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du taux butyreux (en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0.6% (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

I.3.4. Facteurs alimentaires

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (augmentation de la part des acides gras à chaînes longues). Avec un apport de fourrages à volonté, un niveau d'apports azotés, conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du taux butyreux. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en acides gras de la matière grasse du lait (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

I.3.5. Facteurs climatiques et saisonniers

La saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ...) de façon immuable, le taux butyreux atteint sa valeur minimale en juin – juillet et valeur maximale à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux valeurs minimales, l'une à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux valeurs maximales à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Chapitre II

Critères de qualité du lait

II.1. Définition de la qualité du lait

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

Selon Michel et al (2008), la qualité du lait de consommation dépend en premier lieu, de la charge microbienne de la matière première qui peut être réduite par une meilleure hygiène à la production, et par des traitements physiques d'épuration (microfiltration) ; et en second lieu, de la maîtrise des traitements technologiques, dont l'objet est de détruire la flore microbienne (pasteurisation, stérilisation), ou de l'inhiber par réduction de l'activité de l'eau (lait concentré ou déshydraté).

II.2. Les microorganismes du lait

Le lait par sa composition en matières grasses, lactose, protéines, sels minéraux, d'eau (87%) et son pH qui est autour de 6.7, est un substrat très favorable au développement des microorganismes (Guiraud, 1998).

II.2.1. La flore indigène (originelle)

La flore indigène est l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à sa sortie du pis (tableau 7). D'après Lamontagne et al (2002), lorsque le lait provient d'un animal sain et qu'il est prélevé dans des conditions aseptiques il devrait contenir moins de 5000 UFC/ml. (Unité formant colonie).

Tableau 07 : Flore indigène du lait cru (Vignola, 2002).

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

II.2.2. La flore de contamination

La flore de contamination est l'ensemble des microorganismes ajoutés au 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 d'une flore pathogène capable de provoquer des maladies chez les consommateurs de ces produits laitiers (**Kabir, 2014**)

a) La flore d'altération

Elle causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la durée de conservation du produit laitier. Les principaux germes identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp*, *Proteus sp*, les coliformes, soit principalement *Escherichia* et *Enterobacter*, les germes sporulés tel que *Bacillus* et certaines levures et moisissures (**Lamontagne et al., 2002**).

b) La flore pathogène

La présence de microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir 3 sources : l'animal, l'environnement et l'homme. Les microorganismes pathogènes associés aux produits laitiers sont : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria Monocytogenes* (**Lamontagne et al., 2002**).

II.3. Les composants indésirables dans le lait

II.3.1 Les pesticides

Les pesticides ou insecticides peuvent se trouver dans le lait après un traitement antiparasitaire sur la peau de l'animal, ou après ingestion d'aliment contaminé (**Homane et wattiaux, 1996**).

II.3.2. Les détergents et désinfectants

La machine à traire, et l'équipement de stockage du lait peuvent être une source de contamination avec des traces de détergents et de désinfectants utilisés lors du nettoyage. La culture du levain dans le lait, pour la fabrication du fromage ou de yoghurt, peut échouer complètement à cause de ce type de contamination (**Homane et wattiaux, 1996**).

II.3.3. Les antibiotiques

Le traitement des mammites représente la source de contamination du lait par les antibiotiques (**Boultif, 2015**). La mauvaise utilisation des antibiotiques par les éleveurs et non-respect du délais d'attente après le traitement, conduisent à la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait (**Mensah et al., 2014**).

La présence d'antibiotiques dans le lait est néfaste pour le consommateur et ils inhibent les bactéries utiles à la transformation du lait (**Hilan et chemali, 1988**). Selon Philippe (2002), le lait d'une seule vache sous antibiotiques suffirait à rendre impossible la transformation en yaourt d'un tank entier.

II.3.4. Les spores butyriques

Les spores butyriques, présents dans le sol, peuvent contaminer directement les trayons et ensuite le lait. Le plus souvent la contamination se fait lorsque les vaches mangent des aliments contaminés (**Lévèsque, 2007**).

Lors de l'ensilage, si l'acidification dans les silos est insuffisante, d'herbe constitue un milieu favorable pour la prolifération des spores butyriques. Ces dernières contaminent les fourrages par le sol, surtout lors de la récolte par l'incorporation de terre aux fourrages. (**Agabriel et al., 1995**).

Le lait contenant les spores butyriques entraînera des difficultés lors de la fabrication des fromages, cela se traduit par un gonflement, ce qui entraînera dans des fromages à pâtes pressée des ouvertures et une odeur désagréable provenant de la présence d'acide butyrique (**Demarquilly, 1998**). Un lait excellent renferme moins de 400 spores par litre (**Hanzen, 2010**).

II.3.5. Les cellules somatiques

Ce sont, la plupart du temps, des cellules du système immunitaire ; elles incluent les lymphocytes, les macrophages et cellules épithéliales (**Schukken et al. 2003**).

Le tableau 10 montre la baisse de production avec l'augmentation de nombre des cellules somatiques. Le comptage des cellules somatiques (CCS) d'un lait est un indicateur important de l'état de santé de la mamelle (**Elvira, 2016**).

D'après Bouaziz (2005), le CCS d'un lait de quartier non infecté est généralement inférieur à 50 000 cellules/ml. En cas d'infection le CCS augmente d'une façon très variable selon la nature du pathogène infectieux.

Si le CCS est trop élevé, il influence la qualité du lait par :

- La réduction de durée de conservation du lait de consommation en étalage.
- La dégradation de caséines qui induit à un faible rendement fromager.
- La réduction de la qualité organoleptique du lait qui est dû à la dégradation des protéines et des lipides. Cette dégradation est induite par les substances chimiques contenues dans les leucocytes (**Carrie, 2009**).

Tableau 08 : Baisse de production avec l'augmentation du taux cellulaire (Mathieu, 1998)

Nombre de cellules par ml du lait	Perte de production exprimée en pourcentage (%)
400000	3,5
700000	6,5
1000000	7,5
1500000	10

II.4.3. Présence d coliformes

Les coliformes sont considérés comme le témoin de contamination fécale ou de défaut d'hygiène dans les laits. Dans les élevages, les déjections des bovins constituent le principal réservoir de ces bactéries, en particulier *Escherichia Coli*.

Les principaux vecteurs de la contamination sont la peau des trayons souillée par les fèces et le matériel de traite mal nettoyé qui faciliterait sa colonisation entre les traites (Heuchel, 2002). Les coliformes sont responsables de défauts de fabrication du fromage (Lévèsque, 2007).

II.4. Les critères organoleptiques du lait

La qualité organoleptique du lait a une importance primordiale, il suffit d'une saveur ou d'une odeur inhabituelle pour détourner le consommateur de son verre de lait.

II.4.1. L'odeur

L'odeur est une caractéristique du lait de fait de sa matière grasse. Selon Vierling (2003), le lait fixe des odeurs animales, qui sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait alors prend une forte odeur) à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

Tableau 09 : Odeurs (absorbées) du lait (Amiot *et al.*, 2002).

Type	Caractéristiques	Provenance
Alimentation (ensilage)	<p>Odeurs transmises au lait par le système sanguin de la vache</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ A travers les poumons à cause de la respiration de forte odeur. ✓ À travers le tube digestif à cause de la consommation d'aliments au goût fort. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Changement radicale dans l'alimentation. ✓ Aliments à goût fort (navet, chou). ✓ Fourrages immatures au pâturage. ✓ Ensilage trop fermenté ou humide. ✓ Ensilage entreposé dans l'étable. ✓ Ensilage servi juste avant ou après la traite. ✓ Étable mal ventilée. ✓ Mangeoires mal nettoyées.
Étable	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Odeurs caractéristiques d'une étable mal ventilée. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vaches et équipements mal propre. ✓ Étable mal propre et mal ventilé. ✓ Mauvaise préparation pour la traite.
Vache	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Légère odeur sucrée. ✓ Odeur caractéristique de vache. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vache en chaleur ✓ Acétonémie, maladies physiologiques.
Autres	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Odeurs communiquées à la matière grasse du lait ✓ Par contact directe ✓ Par des vapeurs émises 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Peinture, essence, désinfectant. ✓ Certains médicaments pour le pis. ✓ Insecticides, herbicides. ✓ Étable mal ventilé

II.4.2. La couleur

Le lait est de couleur matte, qu'est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B- carotène en vitamines A qui passe directement dans le lait (Fredot, 2005).

II.4.3. La saveur

La saveur normale du lait frais est agréable, celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer ; cette dernière, peut aussi apparaître dans le lait après la prolifération de certains germes extra-mammaires (Ghoues, 2011).

Tableau 10 : Saveur non détectée par l'odorat (Amiot et al., 2002)

Type	Caractéristique	Provenance
Fade (sans saveur)	Odeur neutre Couleur bleuâtre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mouillage du lait. ✓ Équipement mal drainé. ✓ Faible teneur en solide non gras.
Amère	S'apparente au cacao ou au café	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mammites ✓ Mauvaise herbe ou aliments forts. ✓ Vache en fin de lactation. ✓ Rancidité. ✓ Contamination bactérienne
Salée		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mammites. ✓ Vaches en fin de lactation. ✓ Présence du sang dans le lait

I.4.4. Le point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation (Amiot et al. 2002)

Si la mesure du point de congélation lors de la traite est au-delà de $-0,520^{\circ}\text{C}$ le lait est considéré comme mouillé (Parguel et carrot, 1994).

II.4.5. L'acidité du lait

La mesure d'acidité est un indicateur de l'activité des bactéries lactiques. À sa sortie de la mamelle, le lait sain a une acidité naturelle comprise entre 15 et 21°D (14 à 16 pour le lait de chèvre et 21 à 23 pour le lait de brebis) (Dubez, 2002). L'acidité est un facteur important qui nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait cru, elle est liée aux conditions de la traite et la collecte (Bouchakour et Djeghlal, 2005).

II.4.6. Le stockage du lait et son refroidissement

Le lait est produit à la température corporelle de la vache (39°C). Cette température commence à diminuer dès qu'il est extrait du pis. Le lait doit être refroidi aussi vite que possible après la traite pour y minimiser la croissance bactérienne (**Homan et Wattiaux, 1996**). Cette conservation (à 4°C, température d'inhibition des microorganismes) doit être ininterrompue (**Charron, 1986**).

II.4.7. Les conditions de la traite et leurs effets sur la qualité du lait

La traite constitue un point critique afin de garantir la santé de la mamelle et un minimum de germes dans le lait, cette opération comprend les pratiques d'hygiène de la traite et du matériel (**Boukir, 2010**),

Dès le premier contact du lait avec l'extérieur de la mamelle, l'air ambiant ou le matériel de traite entraîne une contamination plus ou moins importante (**Charron, 1989**). Une mauvaise technique d'hygiène et de traite sont donc à l'origine d'introduction de germes dans la mamelle et contamination du lait (**Pougheone, 2001**).

- Le nettoyage des trayons

Le nettoyage de la mamelle et des trayons avant la traite est vivement recommandée pour éviter la contamination du lait par les microorganismes (**Rayszard et al. 2003**). L'élimination des premiers jets est primordiale car elles renferment un nombre important de microorganismes que le reste du lait.

II.4.8. Le taux butyreux

La matière grasse se présente sous forme de globules gras, immergés dans l'eau, petites gouttelettes de triglycérides enveloppées d'une membrane de substances diverses (**Mathieu, 1998**). La matière grasse sert de véhicule de transport à des composés aromatiques liposolubles, lorsqu'elle fond dans la bouche, elle libère ces composés et contribue ainsi à la qualité sensorielle du fromage (**Daniel et Patrick, 2002**). La matière grasse laitière confère aussi des propriétés nutritionnelles (apports énergétique, acides gras essentiels, vitamines liposolubles intéressant aux produits qui en contiennent (**Thomas et al., 2008**).

II.4.9. Le taux protéique

Les protéines du lait sont le quatrième groupe de substances par abondances après l'eau, le lactose, et la matière grasse (**Mathieu, 1998**). La teneur du lait en protéines est l'un des principaux

facteurs de variations de rendement fromager et de la qualité des fromages (**Agabriel et al., 1990**). Les protéines du lait fournissent 12% de l'apport énergétique total. L'apport conseillé est 70 g/jour. Selon Michel et al (2008), l'ingestion d'un litre du lait et de 100 g du fromage couvre 80 % des besoins des protéines.

Partie

Expérimentale

Matériel & Méthodes

1. Objectif de l'étude

Le but de ce travail consiste à évaluer la qualité hygiénique et physico-chimique du lait de vache frais, produit par la ferme expérimentale de l'université de Mostaganem, en le comparant à un lait reconstitué de qualité fromagère. Cette évaluation des laits par rapport aux normes de la FIL et du codex Alimentarius va permettre d'expliquer par des critères simples de composition la qualité hygiénique et d'apprécier leur aptitude à la transformation fromagère.

2. Lieu de l'étude

Cette étude a été réalisée du 15/06/2021 au 07/07/2021, au niveau du Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animales LSTPA de Hassi-Mamèche - Mostaganem.

3. Échantillonnage

Les prises d'échantillons du mélange des laits frais de vaches, dans des conditions d'asepsie, ont été réalisées avant la traite du matin à la ferme expérimentale de Hassi-Mamèche affiliée à l'université de Mostaganem. Puis acheminés directement au laboratoire et conservés jusqu'au lancement des analyses.

Le lait a été réparti en 04 flacons stériles de 250 ml et, dans des conditions d'asepsie, afin de procéder aux analyses requises pour ce travail :

Flacon (a) pour les analyses physicochimiques et lactofermentation.

Flacon (b) pour le test de coagulation a température 30°C.

Flacon (c) pour le test de coagulation a température 45°C.

Flacon (d) comme un témoin.

4. Préparation du lait reconstituée

Le lait reconstitué standardisé est préparé à raison de 125g/l de poudre de lait de qualité fromagère (à un taux fixe de 34g/l de protéines), dissoute dans de l'eau distillée chauffée à 37°C, la solution est mélangée continuellement par agitation et chauffée jusqu'à atteindre 85°C.

Le lait reconstitué est réparti en 4 flacons :

- 1 flacon (a) pour les analyses physicochimiques et lactofermentation.
- 1 lacon (b) pour le test de coagulation à 30°C.
- 1 flacon (c) pour le test de coagulation 45°C.
- 1 flacon (d) témoin.



Figure 2 : Préparation du lait en poudre

5. Analyses physicochimiques des laits

L'ensemble des analyses physico-chimiques et hygiéniques ont été effectuées au sein du laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animales LSTPA de l'université de Mostaganem, par l'utilisation du LactoScan. Cet appareil effectue les analyses de plusieurs paramètres par ultrason son nécessité de calibrage fréquent. Les analyses ont été effectuées juste après la prise des échantillons de lait frais et refroidissement du lait reconstitué.

Les paramètres testés (selon C.I.P.C Lait (2011)) sont :

- Le taux de matière grasse (MG / Tb),
- La densité,
- La matière sèche,
- Le taux protéique (TP),
- Le point de congélation,
- Le lactose,
- La température,
- Le pH.

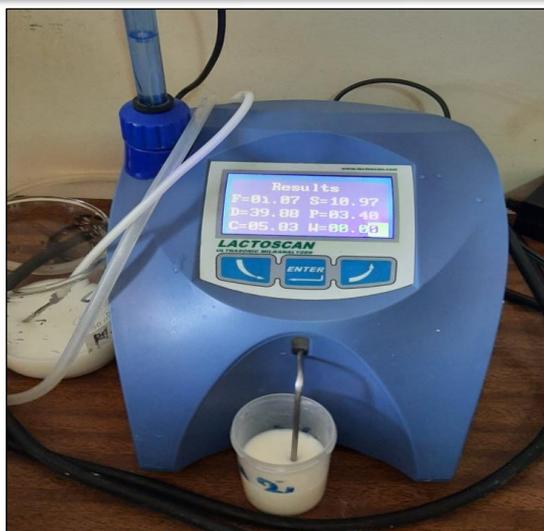


Figure 3 : Analyse physicochimique d'un échantillon de lait au LactoScan (SP Ultrasonic Milk Analyzers).

6. Test de lactofermentation

Selon la Fil (2018) le test de lactofermentation permet d'apprécier la qualité hygiénique du lait, en évaluant la charge et la qualité microbiologique du lait et détectant la présence de germes indésirables.

Le principe de ce test est d'incuber les échantillons de lait à température constante et contrôlée afin de favoriser le développement de microflore. Si des microorganismes indésirables sont présents dans le lait, cela provoquera une modification du caillé obtenu.

- L'obtention caillé bien lisse = une garantie de l'aptitude à l'acidification du lait, et absence de germes indésirables en quantité suffisante pour avoir des conséquences d'ordre technologique.

Ce test consiste à incuber les échantillons de lait de la ferme, nonensemencés, dans des tubes stériles à 37°C pendant 24 heures.

Les résultats pouvant être obtenus au test de lactofermentation sont les suivants :

A-Gel homogène : Fermentation lactique dominante. Lait de qualité apte à la transformation : qualité satisfaisante.

B-Gel spongieux avec des bulles difformes : Développement de bactéries coliformes : contamination fécale : lait non conforme.

C-Caillé floconneux avec exsudation importante.

D-Caillé digéré : Développement de bactéries psychrotrophe

E- Aspect liquide : suspicion de présence d'antibiotique ou d'antiseptiques : acidification-fermentation bloquée.

- **Test de réduction du bleu de méthylène**

Ce test, complémentaire du test de lactofermentation, de permet d'apprécier la qualité microbiologique du lait et de détecter la présence de germes indésirables.

Près de bec bunsen, 4 tubes à essai stériles sont remplis avec du lait de vache frais et 4 avec du lait reconstitué.

A 6 de ces tubes (3 de lait frai et 3 de lait reconstitué) est ajouté un volume de 1ml de solution de bleu de méthylène, les 2 tubes restant servent de témoin.

Les 8 tubes sont incubés à 37°C pendant 24h. Cette incubation favorise le développement de certains germes indésirables, ce qui entrainera une décoloration du lait. Le temps de décoloration est noté est va nous permettre d'évaluer la charge bactériologique des laits et de ce fait évaluer leur qualité hygiénique.

La Fédération Internationale du Lait FIL (2018) classe les laits microbiologiquement selon leur comportement à la réduction du bleu de méthylène lors du test de lactofermentation.

a- Si la réduction du bleu de méthylène au test de lactofermentation est au-delà de 3 heures : la charge microbienne est inférieure à 500000 germes/ml : C'est un lait de classe A qui destiné à la consommation direct ainsi qu'à fabrication des produits laitiers fermentés.

b- Si la réduction du bleu de méthylène au test de lactofermentation est entre 2 et 3 heures : la charge microbienne est supérieure à 500000 et pourra atteindre 750000 germes/ml : C'est un lait de classe B et qui est lui aussi destiné à la fabrication des produits laitiers fermentés.

c- Si la réduction du bleu de méthylène au test de lactofermentation est inférieure à 2 heures : la charge microbienne est supérieure à 750000 et pourra atteindre les 1500000 germes/ml : C'est un lait de classe D et destiné à la transformation en laits de consommation

7. Coagulation des laits et préparation des caillés fromagers

Le principe de la coagulation est le changement d'état du lait de liquide à semi-solide qui est appelé gel ou coagulum (**Eck et al. 2006**). La coagulation produit 2 phases : le lactosérum et le coagulum. Ce sont les caséines du lait qui sont responsables de la coagulation puisque la stabilité de

la micelle dépend d'elles. Cette coagulation est dans le cas des échantillons testés dépendante de la flore présente dans chaque lait.

La température influe aussi sur la coagulation totale : la coagulation des différents échantillons a été testée à 2 températures : 30°C et 45°C pendant 24 heures (2 flacons de 250ml de chaque lait ont été incubés, chacun à une température).

Ces deux températures permettent l'obtention d'un caillé ferme avec une coagulation progressive évolutive. L'étuvage à 2 températures différentes va aider à privilégier pour chaque caillé une certaine microflore, 30°C est la température optimale pour la microflore lactique mésophile et 45°C est la température qui privilégie la microflore thermophile.

Après 24h d'incubation, le gel obtenu dans chaque flacon est filtré grâce à un papier filtre afin d'éliminer le lactosérum. Les 4 caillés fromagers obtenus vont être utilisés pour la détermination de l'extrait sec total de chaque échantillon.

8. Détermination du rendement en matière sèche (MS) ou extrait sec total (EST)

Ce test consiste à faire s'évaporer l'eau présente dans les échantillons de caillé, en les introduisant dans une étuve à 103°C, le résultat est apprécié par la pesée du résidu (méthode AOAC 926.08 (FIL 2018)).

À partir des caillés obtenus, on procède à la pesée de 10 grammes. Chaque quantité prélevée est mise dans une capsule métallique préalablement séchée additionnée de 3g de sable. Les 4 capsules sont chauffées dans un four pasteur pendant 3 heures à 103°C. Une fois le temps écoulé, les capsules sont refroidies dans un dessiccateur contenant du gel de silicate. Après pesée, chaque échantillon est réchauffé, refroidi et repesé dans les mêmes conditions précédentes. Cette opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant.

L'EST est calculé en utilisant la formule suivante

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

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

C1 : Masse de la capsule + le sable + le caillé fromager (g).

C2 : Masse de la capsule + le sable + le caillé fromager Après étuvage (g).

Résultats & Discussion

1. Résultats des tests physicochimiques

L'évaluation de la qualité physico-chimique du lait cru de la ferme expérimentale, et celle du lait reconstitué sont illustrée comme suit :

Tableau 11 : Résultats des analyses physico-chimique des laits.

Type de lait	Matière grasse %	Protéine %	Densité à 20°C	PH	Matière sèche %	Température °C	Point de congélation °C	Lactose %
Laits frais	2,16	2,93	1.032	6,66	9,51	26,3	-0,496	4,32
Lait reconstitué	1,07	3,40	1.034	6,84	10,97	31,6	-0,541	4,70
Normes	35 - 40	30 - 35	1,030 - 1,034	6,6-6,8	11 - 12	-	-0,520 -0,540	4,2 -5,0

L'intérêt nutritionnel du lait réside dans sa richesse en nutriments de base (protides, lipides et glucides), il paraît évident que l'analyse des laits avant leur transformation et leur caractérisation sur le plan physico-chimique peuvent aider à mieux orienter les technologues sur les possibilités de leur exploitation industrielle et leur valorisation efficace.

D'après les résultats de la matière grasse obtenus nous remarquons que celle du lait de vache est autour de 2,16% contre une moyenne de 1,07% pour le lait reconstitué. Ces teneurs sont conformes à la norme des laits de qualité fromagères qui sont des laits partiellement écrémés ayant subi une standardisation-écrémage pour les rentabiliser à la transformation fromagère. Leur teneur en matière grasse est comprise entre 1 et 2% (écrémage de 40% de la matière grasse).

Les fluctuations des teneurs en matière grasse sont sous l'influence des conditions d'élevage telles que le stade de lactation, l'alimentation (stratégie d'alimentation beaucoup plus basées sur les concentrés), les pratiques adoptées à la traite (**Luquet et al. 1991**). La texture des produits laitiers fermentés dépend de la teneur du lait en matière grasse. Les proportions d'acides gras longs poly-saturés du lait déterminent la texture des produits laitiers. Par contre, une trop forte teneur en matière grasse peut entraîner des problèmes d'égouttage et de coagulation des fabrications fromagères.

En ce qui concerne les protéines, le TP du lait de vache est à un niveau trop bas (2.93%), ce qui donne un lait transformable avec un taux protéique non recommandé pour la transformation fromagère. Selon les préconisations de la FIL pour la transformation laitière il est nécessaire de produire des laits avec un TP atteignant l'ordre de 3,1 à 3,5% et cela n'est possible qu'avec un bon rationnement de l'alimentation des

bovins laitiers de la ferme expérimentale de l'université de Mostaganem. Par contre le lait reconstitué a un niveau tolérable en T.P avec un ordre de 3,4%.

La densité d'un liquide est la masse volumique de ce dernier sur la masse volumique de l'eau. La prise de la densité est une opération très importante dans les analyses du lait à la réception et contribue à l'évaluation des pratiques frauduleuses. Tenant compte des résultats, obtenus les échantillons des laits sont conformes à la norme FIL (norme pour lait fromager 1,032 à 1,040) avec en moyenne une densité à 20°C de 1,032 pour les échantillons de lait de vache et une moyenne de 1,034 pour le lait reconstitué.

Les pH des échantillons testés sont conformes à la norme de la FIL, soit une moyenne de 6,66 contre 6,84 pour nos échantillons de lait reconstitué.

Les résultats de l'analyse de la matière sèche du lait de la ferme sont bas par rapport aux normes de la FIL (9,51% pour le lait cru de vache), ce qui peut être dû à un déséquilibre dans l'alimentation du bétail qui influe sur l'extrait sec total du lait, puisque les éléments qui le composent le lait proviennent de l'alimentation. Par ailleurs, le résultat de l'échantillon de lait reconstitué a une teneur moyenne en matière sèche avoisinant les normes de la FIL (10,97% de matière sèche pour le lait reconstitué).

Les résultats obtenus montrent que les échantillons du lait de vache sont non conformes à celles de la F.I.L (Norme entre -0,520 et -0,545 °C) soit avec une moyenne de -0,496. Alors que celle du lait reconstitué fromager est conforme avec une moyenne de -0,541°C. La valeur du point de congélation est calculée après mesure de la conductivité et détermination de la composition du lait. Ce paramètre se trouve modifié par la présence de solutés ou par dilution du lait au ramassage par ajout d'une quantité d'eau. Cette action appelée mouillage est une opération frauduleuse.

L'échantillon de lait de vache est donc suspecté d'être dilué, cela s'observe par la diminution des teneurs en éléments constitutifs du lait et donc de la diminution de son extrait sec et de son taux de matière grasse. Les résultats anormaux < -0,510°C du lait de vache (la suspicion de mouillage) pourra être confirmée par la méthode de cryoscopie à thermistance. Il est aussi possible de calculer le taux de mouillage du lait, en tenant compte de la norme, comme suit :

Le pourcentage T d'eau ajoutée au lait : $T = ((0,520 - P_c) / 0,520) \times 100$

P_c : point de congélation.

Le taux lactose dans nos laits est conforme aux normes F.I.L (entre 4,2 et 5,2%) : En moyenne 4,32% pour nos échantillons de lait de vache et 4,70% pour nos échantillons de lait reconstitué. En tant que disaccharide et principal élément solide du lait utilisés par les bactéries lactiques pour la fermentation et la production de l'acide lactique nécessaire à la coagulation, c'est un élément important dans la fabrication fromagère et notamment dans le cas d'un fromage à caillé mixte le camembert.

2. Résultats de la lactofermentation et de la réduction du bleu de méthylène

Pour le test de lactofermentation, les résultats révèlent pour les nos échantillons de lait de vache de la ferme expérimentale ainsi que pour le lait reconstitué de qualité fromagère des gels homogènes : cela indique une fermentation lactique dominante, révélant une qualité hygiénique satisfaisante.



Figure 4 : Résultat de la lactofermentation sur des laits frais et du lait reconstitué fromager.

Le lait de la ferme est de bonne qualité hygiénique, et donnent un optimum pour tous les usages, notamment pour toute transformation laitière soit :

- Fromagère à affinage fin et de longue durée ;
- En produits laitiers fermentés ;
- En laits de consommation frais.

En ce qui concerne le test de réduction du bleu de méthylène, il n'y a pas eu de décoloration au niveau de tous les échantillons après 3 heures d'incubation.



Figure 5 : Résultats de réduction du bleu de méthylène et de lactofermentation sur les échantillons de lait de vache (les 2 tubes à gauche) et du lait reconstitué (2 tubes à droite) après **3 heures** d'incubation.

La réduction du bleu de méthylène a été observé après 24 heures d'incubation à 37°C pour tous les échantillons, ce qui nous donne une évaluation des germes totaux présent dans les laits qui serait à moins de 500000 germe/ml. Les germes totaux nous renseignent toujours sur la qualité hygiénique du lait, ils sont considérés comme le facteur déterminant la durée de conservation du lait frais (Guinot-Thomas *et al.*, 1995).



Figure 6 : Résultat de réduction du bleu de méthylène et de lactofermentation sur les échantillons de lait de vache (les 2 tubes à gauche) et du lait reconstitué (2 tubes à droite) après **24 heures**.

Ces observations indiquent que les laits testés sont de qualité hygiénique conforme aux normes de la F.I.L qui fixent le seuil de contamination à 500000 germes /ml pour une qualité fromagère et un lait

de classe A. le lait cru récoltés directement des pis des vaches laitières présentent un seuil tolérable en germes totaux respectant le seuil tolérable entre 150000 et 500000 germes /ml ce qui révèle un

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

respect des bonnes pratiques de traite au niveau de la ferme expérimentale de Hassi-Mamèche.

3. Résultats de la coagulation

Après incubation de 24 heures, il y a eu coagulation totale dans les 4 fioles, cette coagulation est purement lactique, induite par la flore présente dans chaque lait utilisé. Les coagulums obtenus sont bien fermes, surtout ceux du lait reconstitué qui présente de meilleurs caillés, cela est dû à la composition du lait qui affecte la coagulation, et plus spécialement le taux protéique des deux types de lait utilisés. Le taux de raffermissement et de fermeté du gel augmente pour des taux protéiques à partir de 3,4% (Eck *et al.*, 2006 ; Dahou *et al.*, 2021) ce qui est le cas pour le lait reconstitué.

De plus la qualité des caillés est due aux températures d'incubation choisies, qui influencent la coagulation totale du lait. Entre 30 et 45°C, cette coagulation est la meilleure car elle est progressive.

4. Détermination du rendement fromager en extrait sec total

Après les opérations de filtration des 4 coagulums, de la pesée des caillés fromagers et leur étuvage, il a été possible de calculer l'extrait sec des laits testés.

Tableau 12 : Résultats des pesées des caillés fromagers après filtration et après étuvage.

		Poids net des caillés après filtration (g)	Poids net des 10g des caillés égouttés après étuvage (g)
Lait de vache	Caillé obtenu à 30°C	35,63	2,07
	Caillé obtenu à 45°C	31,06	2,14
Lait reconstitué	Caillé obtenu à 30°C	64,28	2.20
	Caillé obtenu à 45°C	60,70	2,64

Ces résultats ont permis le calcul du rendement en extrait sec total de chaque échantillon.

Tableau 13 : Résultats du rendement fromagers (extraits secs) des caillés fromagers.

		Extrait sec total /100g
Lait de vache	Caillé obtenu à 30°C	17,92
	Caillé obtenu à 45°C	18,54
Lait reconstitué	Caillé obtenu à 30°C	22,90
	Caillé obtenu à 45°C	26,40

Le rendement fromager en extrait sec total du lait de vache pour le caillé à 30°C est de 17,92%

Le rendement fromager en extrait sec total du lait reconstitué pour le caillé à 45°C est de 26,4% supérieure à celle mésophile qui est de 22,9%

Nos résultats sont conformes à la norme FIL (2018) : en effet le rendement fromager pour le caillé à 30°C (microflore mésophile) a une norme comprise entre 17,5 à 25% et celui issu d'un caillé obtenu à 45°C (microflore thermophile) doit être entre 20 et 27%.

En tenant compte des normes FAO du codex Alimentarius (1996) et de la FIL (2018), on déduit que la faiblesse du rendement en extrait sec total du caillé fromager à 30°C est due aux déperditions des protéines sériques constatées sur le lactosérum lors de l'égouttage du caillé, d'où la nécessité d'amender le lait par un apport minéral avant sa transformation.

En effet, la fraction minérale du lait joue un rôle important en technologie laitière et plus précisément fromagère (coagulation-synérèse et texture du caillé fromager), car toute fluctuation dans la répartition minérale se répercute sur les propriétés technologiques des laits et les propriétés rhéologiques du coagulum : agglomération des micelles de caséines entraînant leur déperdition au niveau du lactosérum lors de la synérèse (**Desmasures, 1995 ; Eck et al. 2006**).

Conclusion

Conclusion

L'étude réalisée sur l'appréciation des paramètres hygiéniques et physico-chimiques du lait frais de vache, de la ferme expérimentale de Hassi-Mamèche, nous a permis de déterminer si ce lait était acceptable pour une transformation fromagère. L'analyse physico-chimique des échantillons de lait de vache, comparés à ceux du lait reconstitué de qualité fromagère, a montré que le lait de la ferme présente globalement une composition non acceptable, particulièrement en ce qui concerne les teneurs en nutriments de bases (en matière sèche et en matière protéique) sans oublier le mouillage observé dû aux mauvaises pratiques de traite.

Les déficiences observées sont au niveau du taux protéique qui est autour de 2,93%, cette valeur basse est causée par un régime alimentation faible, non riche en protéines, dû à une ration non contrôlée des vaches laitières ; ainsi que d'une teneur en extrait sec total faible de 9,51%. Ainsi que la densité appréciable avec une moyenne de 1,032 à 20°C avec un point de congélation non conforme autour de -0,496°C, qui indique un mouillage du lait, sans oublier que le pH du lait était de 6,66.

Cette étude nous a permis de confirmer que les facteurs de variation de la fermeté du gel sont maintenant bien connus et les leviers d'action dont dispose la ferme expérimentale pour améliorer ce critère et atteindre le rendement en extrait sec fromager escompté sont bien identifiés. Ils sont essentiellement d'ordre alimentaire (amélioration du niveau énergétique des rations et maîtriser les bonnes pratiques d'élevage).

L'utilisation du lait de la ferme expérimentale pour une transformation fromagère de peut être envisagée que par un amendement protéique avec l'ajout d'une poudre de lait de qualité fromagère apportant l'équilibre nécessaire à une bonne coagulation et l'obtention du caillé fromager escompté.

Sur le plan hygiénique, on a constaté, sur la période expérimentale et selon les normes de la FIL, que le lait de la ferme est de classe A avec une charge microbienne inférieure à 500000 germes /ml.

Les mesures d'hygiène prises en charge suite à un protocole stricte (bonnes pratiques d'hygiène) mis en place par le vétérinaire ont donné des résultats très satisfaisants et très favorables pour une orientation de ce lait vers une transformation fromagère.

En perspectives, l'appréciation des propriétés technologiques des laits de la ferme expérimentale de Hassi-Mamèche affiliée à l'université de Mostaganem demeure un sujet

Conclusion

d'actualité pour lequel les échanges doivent s'intensifier entre phytotechniciens, zootechniciens et technologues afin d'atteindre des résultats satisfaisants sur le plan amélioration de la production, qualité des laits et leur aptitude à la transformation.

Annexes

Annexe A

Caractéristiques du lait reconstitué :

Poudre de Lait (LOYA) partiellement écrémé (2,9% M.G).

Tableau 14 : Composition du lait reconstitué (pour 100g/100ml de lait)

Matières grasses / Lipides	6,50 g	2,9 %
Glucides	48,30 g	5,8 %
Protéines	31,8 g	19,4 %
Sel	0,85 g	4,4%
Calcium	1193,75mg	37,3%
Phosphore	757,50mg	33,8%
Magnésium	106,48mg	10,7%
Potassium	1547,25mg	24,2%
Fer	0,15mg	0,2%
Zinc	3,26mg	7,3%
Molybdène	14,63ug	10,2%
Sélénium	21,98um	11,4%

Annexe B

Préparation des caillés :



Figure 07 : Répartition des laits dans les flacons stériles (250ml/ flacon).



Figure 08 : Incubation des laits à différentes températures (ici à 30°C).



Figure 09 : Filtration des caillés obtenus après 24heures d'incubation.

Références

Références

A

Adrian J, Potus J. Et Frangne R. la science alimentaire de A à Z. 2éme Ed. Tec. Et Doc. Lavoisier ALAIS C, 1974. 1995. p 246

Agabriel G., Coulon J B., Marty N. Chéneau P. Facteurs de variations du taux protéique de lait de vache. Étude des exploitations du pays de Dômes. INRA, Prod, Anim 3 (2) ,137- 150. 1990.

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

Amiot J. composition, propriétés physicochimique, valeur nutritive, qualité technologie et techniques d'analyse du lait. Composition du lait structure et propriétés générales des constituants du lait science et technologie du lait. École polytechnique de Montréal. ISBN : 3-25-29 canada : Lucien Foisy, Diane ratel, Andrée laprise, 2002,600.

B

Benhedane N. Qualité microbiologique du lait cru destiner à la fabrication d'un type de Camembert dans une unité de l'est algérien. Mémoire de magister en biotechnologie alimentaire. Institut de la nutrition et des technologies agroalimentaires. Université de Constantine, Algérie. 2012.

Bouaziz O. Contribution à l'étude des infections intra mammaires de la vache laitière dans l'Est Algérien. Thèse de doctorat Université Mentouri de Constantine. 2005. 296

Bouchakour E. Djeghlal S. Etude comparative de lait de vache (lait entier, lait demie écrémé et lait écrémé) pasteurisé. Mémoire de master. Université Khemis Miliana. 2015.105

Boukir M. Le défi de la réduction des germes dans le lait frais .Résumé de journées scientifiques vétérinaire. École Nationale Supérieur Vétérinaire d'Alger.18-19 Avril. 2010.

Boultif L. Détection et quantification des résidus de Tetramycine et de Pénicilline dans le lait de vache. Thèse de doctorat. Université des frères de Constantine Institut des sciences vétérinaire. 2015 .156

Bourgeois C.M. et Larpent J.P, Microbiologie alimentaire. Tome2. 16e Ed. Tec. Et Doc. Lavoisier, 1996. 4.

Références

Bourgeois C.M. Mesclé J-F. et Zucca J. Microbiologie alimentaire aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Vol 1. Ed. Tec.et Doc. Lavoisier, 1996, 272, 275, 277, 281, 289.

Bousseboua Éléments de microbiologie. 2^{ème} Ed. Campus Club, 2005.

C

C.I.P.C Lait /Commission Interprofessionnelle des Pratiques Contractuelles 2011. Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse physico-chimiques des laits et des produits laitiers (méthodes de référence AFNOR/ lait n°2011-02).

Carrie J. Situation québécoise en santé du pis et qualité du lait. 33^{ème} Symposium sur les bovins laitiers au CRRAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire de Québec). 29 Octobre. 2009. 22

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

Cauty, et Perreau, *Conduite du troupeau bovin laitier. Production, Qualité Rentabilité*. 2^{ème} édition France Agricole. 2009.

Charron G. Les bases de production laitières, volume 1. Edition Lavoisier Tec et Doc. 1986. 347.

Coulon J.B. Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. INRA Prod. Anim., 4 (4) : 303-309 In POUGHEON S., Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, École Nationale Vétérinaire Toulouse, France : 59 .1994 . 102.

Crema. *Problèmes de qualité du lait ?* – Causes possibles et mesures à prendre. Brochure 1^{ère} édition Paris. 2003. 3.

D

Dahou .A, Bekada .A, Homrani. A, Latreche. B and Ait Saada. Defect of processing technology on the biodiversity of the bacterial flora of an industrial cheese camembert soft type. ADVANCES IN BIORESEARCH. Vol. 8 [6] 2017. Online ISSN 2277-1573 Print ISSN 0976-4585. 2017.

Dahou. A, Medjahed. M, Aissaoui. C, Homrani. A. 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.

Références

Delarras C. Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Ed. Tec.et Doc. Lavoisier, 2007, 211, 248, 250,252, 253, 298, 299, 393.

Démarquilly C. Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques. INRA. Prod .Anim. 11, 1998. 359-365.

Desmasures, Étude des laits de haute qualité : caractéristiques et aptitudes microbiologiques à la transformation en camembert au lait cru. Thèse, Université de Caen. 1995.

Dubez P. Transformer les produits laitiers frais à la ferme. Edition : Educagri, Dijon. 2002. 237

E

Eck et Gillis. Le fromage. 3eme édition : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 2006 891.

Elvira B. Évaluation of Albanian raw milk quality situation by using somatic cell count. Journal of Multidisciplinary Engineering and technology (JMEST) vol 3.Issue 11. 2016.

F

FAO/OMS, Codex Alimentarius. N°A-6-1978. Code de principes concernant le lait et les produits laitiers. Rome, 1996. 258.

FIL Référence ISO 707/ F.I.L octobre. Normes définies pour les analyses microbiologiques et chimiques des produits laitiers. 2018.

Fredot E. Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec et doc Lavoisier. 2005.397.

G

Ghazi et Niar, Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la wilaya de Tiaret (Algérie). TROPICULTURA, 2011, 29, 4. 2011. 193-196.

Ghoues S. Évolution de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques du lait reconstitué partiellement écrémé commercialisés dans l'Est Algérien. Mémoire de magister. Université Mentouri de Constantine. 2011. 187.

Guinot-Thomas, Ammoury, Laurent, Effects of storage conditions on the composition of raw milk. Int. Dairy J., 5. 1995. 211-223.

Références

Guiraud J.P. Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits animaux. Edition Duond Paris. 1998.625.

Guiraud J-P. et Rosec J-P. Pratique des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR. France, 2004, 96, 136, 183,199, 200, 238.

Guiraud J-P., Microbiologie alimentaire. Techniques d'analyses microbiologiques. Ed. Dunod. 1998. 82, 83, 88.

Guiraud. Microbiologie alimentaire, DU NORD, Paris 1998. 121.

Hanzen Ch. Lait et production laitière. 42.

www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R20_Glde_mamm_production_2010.pdf

H

Heuchel N. Contamination du lait de vache par les bactéries pathogènes : principaux facteurs de risque à la production. Danger liés à la traite. Institut d'élevage, Paris. 2002.

Hilan C., Chemali Z. La contamination des produits laitiers par les antibiotiques. Anales de recherches scientifiques n° 1. 1998. 267-275.

J

Jacquet J. et Veisseyre R. Le lait matière première de l'industrie laitière. 1987. 187, 188, 189, 225

Jakob et Hänni. Fromagèabilité du lait. Edition, Agroscope Liebefeld Posieux. Groupe de discussions N° 17F. 2004.

Jone H.E., Wattiaux M. Guide Technique laitier, lactation et récolte du lait. Chapitre 3. Université Madison, Wisconsin. 1996.24

K

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

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

L

Références

Larpent J.P, Les ferments microbiens dans les industries agro-alimentaires (Produit laitiers et carnés). APRIA Paris. 1991.

Larpent J-P., Microbiologie alimentaire techniques de laboratoire. Ed. Tec. Et Doc. Lavoisier .1997.128, 200, 338.

Lemire. Évaluation de la qualité du lait et de la santé du troupeau laitière en régie biologique. Edition l'envol lait biologique. Québec. 2007.9p.

Levésque P. La traite des vaches laitières, étape par étape vers la qualité. Edition Educagri. 2007. 79.

Luquet, et Boudier, Fromages et écosystèmes laitiers Édit .Tech.Doc . Lavoisier (Paris). 1991.343-408.

M

Mathieu J. Initiation à la physico-chimie du lait. Technique et documentation.Édition Tec et Doc Lavoisier. 1998. 220.

Mensah S E P., Aboh A B., Salifou S., Mensah G A., Sanders P., Abiola F A., Koudandé O D. Risque dus aux antibiotiques détectés dans le lait de vache produit dans le centre Bénin. Journal ofAppliedBiosciences.vol80 :7102 – 7112. 2014. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v80i1.9>.

Michel A. Hauway J. Chamba J F. La flore microbienne de laits crus de vache : diversité et influence des conditions de production. Revue lait. INRA.EDP Sciences. Vol 81, N° 5. 2001. 575-592. <https://doi.org/10.1051/lait:2001151>

Michel M. Thomas G., Gérard P., Pierre S. Les produits laitiers. Tec et Doc. Lavoisier.2émeédition. 2008. 184.

Michel M. Thomas G., Gérard P., Pierre S.-E. produits laitiers. Tec et Doc. Lavoisier.2émeédition .2008, 184.

P

Parguel G., Carrot O., Sauvé P. Variation du point de congélation et principale causes de mouillage du lait de vache.Renc.Rech. Rum 1, 1994,129-132.

Pougheon S .et GOURSAUD J, Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G, Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6, 2001,566.

Références

Pougheon, Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière .thèse de doctorat spécialité vétérinaire. École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE. 2001, 102.

R

Rayszad S., Jack W., Fahr R. Hygiénic quality of cow bulk tank milk depending on the method of udder preparation for milking. Arch. Tierz. Dummerstorf 46, 5, 2003, 405-411.

S

Schukken H Y., David J., Wilson F., Gorrison L., Gonzalez N. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. INRA.EDP Sciences, Vet, Res. 34, 2003, 579-596.

T

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

V

Vierling E. Aliment et boisson. Filière et produit. 2^{ème} édition. Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitain. France. 2003,270.