

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE  
L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Biologie  
Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

---

# Évaluation de la qualité physico-chimique, microbiologique et de la reproductibilité de fabrication d'une marque de lait commercialisé dans l'est Algérien

---

Présenté par :

**BENATI Dalal**

**BOUKHAROUBA Radja**

**CHEMAKH Besma**

Membres de jury :

**Président : Dr. BENYOUNES Abdelaziz**      Professeur      Université de Guelma.

**Encadreur : Dr. BOUDALIA Sofiane**      M.A.B      Université de Guelma.

**Examinatrice : M<sup>elle</sup>. LEKSIR Choubaila**      M.A.A      Université de Guelma.

Juin 2015

## **Remerciements**

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la vitalité et le pouvoir pour concrétiser ce projet.

Nos vifs remerciements vont à notre encadreur Mr. BOUDALIA Sofiane qui a proposé et discuté le sujet, il nous a beaucoup aidé par ses conseils, son expérience, son soutien et surtout sa patience.

Nous adressons également nos sincères remerciements au professeur BENYOUNES Abdelaziz, qui a bien voulu présidé le jury de ce mémoire.

Notre gratitude va également à Mme. LEKSIR Choubaila qui nous honore par sa participation dans notre jury en tant qu'examinatrice.

Nous tenons tout spécialement à remercier Mr. ABIDI karim, gérant de l'usine SAFIA pour l'aide qu'il nous a apporté à la réalisation du stage pratique et durant le déroulement de toutes les étapes de notre travail.

Et à tout enseignant et enseignante du département de biologie qui ont contribué à notre formation durant les cinq années de graduation.

Enfin, à tout les étudiants de 2<sup>ème</sup> année Master Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire (2014/2015) et tout ceux qui ont participé à l'élaboration de ce modeste travail d'une manière directe ou indirecte.

## **Résumé**

Grace à sa richesse en protéines, graisses et glucides, le lait occupe une place très importante dans notre alimentation.

Ce travail s'est articulé autour de deux axes de recherche ; le premier concerne les analyses physico-chimiques et bactériologiques du lait SAFIA commercialisé dans l'est Algérien (lait cru et lait pasteurisé reconstitué) et le second l'étude de la stabilité et la reproductibilité des opérations de fabrication de ce lait durant une période de trois mois.

Les résultats obtenus lors de cette étude indiquent que le lait SAFIA (cru ou LPC) possède une qualité physico-chimique ainsi que microbiologique plus au moins conforme aux normes.

Cependant une légère variabilité a été enregistrée sur la stabilité dans le processus de fabrication durant les trois mois de l'expérimentation.

**Mots clés** : Lait reconstitué ; lait cru ; paramètres physico-chimiques ; reproductibilité.

## **Abstract**

Very rich in proteins, fats and carbohydrates, milk occupies a very important place in our diet.

In this study, we have focused on two research areas:

- The first concerns the physicochemical and bacteriological analysis of milk produced by Safia (raw milk and reconstituted milk).
- The second concerns the stability of milk manufacturing operations for a period of three months.

The results obtained in this study indicate that the SAFIA milk (raw or reconstituted) shows a physicochemical and bacteriological quality over at least meets the standards. However a slight variability was recorded on the manufacturing process stability.

**Keys words:** Raw milk; physicochemical parameters; stability.

## المخلص

الحليب غذاء كامل، نظرا لغنائه بالبروتينات، التسم و السكريات مما جعله يشغل مكانة جد هامة في غذائنا اليومي.

يرتكز هذا العمل على محورين: الأول يخص التحليل الفيزيوكيميائية و البكتيريولوجية لحليب صافية الذي يسوق في الشرق الجزائري (حليب طازج و حليب مبستر معاد تكوينه). أما الثاني فهو يخص دراسة استقرار منتوجية عمليات التصنيع لمدة ثلاثة أشهر.

النتائج المتحصل عليها خلال فترة الدراسة، تثبت أن حليب صافية ذو نوعية فيزيوكيميائية و بكتيريولوجية مطابقة للمعايير، مع تسجيل اختلاف بسيط في استقرار عمليات التصنيع.

## الكلمات المفتاحية

حليب طازج، حليب معاد تكوينه، تحاليل فيزيوكيميائية، تحاليل بكتيريولوجية، المنتوجية.

## Abréviations

°C	Degré Celsius
D.M	Donné Manquante
°D	Degré Dornic
ESD	Extrait Sec Dégraissée
EST	Extrait Sec Total
°f	Degré français
g	Gramme
GN	Gélose Nutritive
g/l	Gramme/litre
g/ml	Gramme/milli litre
h	Heure
IgA	Immunoglobuline A
IgG	Immunoglobuline G
IgM	Immunoglobuline M
Kg	Kilo gramme
L	Litre
LPC	Lait Pasteurisé Conditionné
m <sup>2</sup>	Mètre carré
MG	matière grasse
mg	Milli gramme
min	Minute
ml	Milli litre
mm	Milli mètre
Mol	Mole
m/v	Masse/volume
N	Normalité
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONIL	Office National Interprofessionnel du Lait
pH	Potentiel Hydrométrique
SD	<i>Standard Deviation</i> (Ecart type)
sec	Secondes
T	Tonnes
TB	Taux butyreux
Tr/min	Tours/minute
$\rho_{20}$	Masse volumique
$\mu$	Micron
$\mu\text{m}$	Micromètre

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	La laiterie SAFIA	09
<b>2</b>	Diagramme de fabrication du lait reconstitué au niveau de la laiterie SAFIA.	13
<b>3</b>	Diagramme de fabrication du lait cru au niveau de la laiterie SAFIA.	15
<b>4</b>	Lactoscan.	16
<b>5</b>	Mesure de la densité par lactodensimètre.	18
<b>6</b>	Butyromètre.	20
<b>7</b>	Test d'ébullition.	25
<b>8</b>	Analyses physicochimiques du lait cru prélevé sur une période de trois mois dans la laiterie SAFIA.	29
<b>9</b>	Analyses physicochimiques du lait reconstitué prélevé sur une période de trois mois dans la laiterie SAFIA.	31
<b>10</b>	Dénombrement de la flore totale (LPC)	34
<b>11</b>	Dénombrement de la flore totale (lait cru)	34

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Paramètres physico-chimiques analysés	16

## **Sommaire**

1.	Introduction .....	1
1.1.	Le lait.....	2
1.1.1	Définition.....	2
1.1.2	Définition du lait cru .....	3
1.1.3	Définition du lait pasteurisé conditionné (LPC).....	3
1.2.	Composition chimique du lait .....	4
1.2.1.	Eau .....	5
1.2.2.	Glucides .....	5
1.2.3.	Matière grasse.....	5
1.2.4.	Matière azotée.....	5
1.2.5.	Vitamines.....	6
1.2.6.	Enzymes.....	6
1.2.7.	Minéraux.....	6
1.2.8.	Protéines .....	6
1.2.9.	Lactose.....	8
2.	Matériels et Méthodes .....	9
2.1.	Site de travail.....	9
2.2.	Laiterie SAFIA .....	9
2.3.	Matière première .....	10
2.4.	Analyses physico-chimiques .....	15
2.4.1.	Détermination de la densité .....	17
2.4.2.	Détermination de l'acidité titrable .....	18
2.4.3.	Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique).....	20
2.4.4.	Mesure de la teneur en matière sèche totale (solide).....	22
2.4.5.	Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée .....	23

2.4.6.	Taux de l'eau .....	24
2.4.7.	Dosage des protéines .....	24
2.4.8.	Dosage du lactose .....	25
2.4.9.	Épreuve de l'ébullition .....	25
2.5.	Méthodes d'analyse bactériologique .....	26
2.6.	Analyses statistiques .....	26
3.	Résultats et discussion.....	27
3.1.	Analyses physicochimiques du lait cru .....	27
3.2.	Analyses physicochimiques du lait reconstitué.....	30
3.3.	Analyses bactériologiques.....	34
4.	Conclusion.....	35
	Références bibliographiques .....	36

## **1. Introduction**

Le lait est un aliment qui fait partie de notre culture depuis des siècles. Des millions de personnes en boivent chaque jour. C'est un produit d'une grande valeur alimentaire de par sa richesse en lipides, protéines, glucides et en éléments biologiques (enzymes, vitamines, minéraux). Outre ses propriétés nutritives et diététiques ([Pereira 2014](#)).

L'Algérie est le plus important consommateur de lait dans le Maghreb, avec une consommation moyenne de 110 litres de lait par habitant et par an, estimée à 115 litres en 2010 ([Ubifrance. 2014](#)). La consommation nationale s'élève à environ 3 milliards de litres de lait par an, la production nationale étant limitée à 2,2 milliards de litres, dont 1,6 milliard de lait cru. C'est donc près d'un milliard de litres de lait qui est ainsi importé chaque année, majoritairement sous forme de poudre de lait. Chaque année, l'Algérie importe 60% de sa consommation de lait en poudre, et la croissance annuelle moyenne du marché algérien des produits laitiers est estimée à 20%. *Ubifrance* affirme que le marché algérien du lait est dominé par le secteur privé : on recense 19 laiteries publiques et 52 laiteries privées ([Ubifrance. 2014](#)).

D'un autre côté, en industrie agroalimentaire la répétabilité d'un processus de fabrication, d'un équipement de mesure est obligatoirement constante. L'association équipement, instruction et opérateur de mesure constitue un « système de mesure ». En définitive, la répétabilité se matérialise par l'écart de mesure de la même caractéristique du même objet, par un même opérateur.

Déterminer la reproductibilité consiste à mettre en évidence les différences entre les écarts moyens obtenus par plusieurs opérateurs. On cherche à quantifier la dispersion du système propre à des causes assignables.

Ce type d'étude est approprié aux systèmes de mesure utilisés pour surveiller des productions en série (plus de 300 pièces) et dont le résultat est supposé être affecté par une variabilité induite par l'opérateur et le mode opératoire. La finalité de cette méthode est de prendre une décision sur l'aptitude du système à remplir ses fonctions d'évaluation au regard des exigences ([Lacroix 2015](#)).

Notre travail a pour objectifs

- ✓ L'évaluation des qualités physico-chimiques et microbiologiques dans un premier temps.

- ✓ Dans un second temps l'étude de la stabilité et la reproductibilité des opérations de fabrication afin d'assurer les mêmes qualités physico-chimiques et microbiologiques des laits (cru et reconstitué) commercialisés par SAFIA se trouvant sur le marché de l'est Algérien.

En effet, à partir d'une matière première variable, l'industriel doit fabriquer un lait reconstitué stable et constant et cela en respectant les contraintes technologiques, économiques et hygiéniques. Pour répondre à la question de reproductibilité, nous avons évalué la qualité physico-chimique et microbiologique du lait SAFIA durant une période de trois mois.

Le présent travail s'organise en :

Une première partie, se résume en une recherche bibliographique portant sur des généralités sur le lait.

Une deuxième partie, décrit le matériel et les méthodes utilisées dans cette étude, ainsi que les analyses statistiques retenues pour le traitement des données.

Une dernière partie rapporte les résultats obtenus et leurs discussions.

## ***1.1. Le lait***

### **1.1.1 Définition**

Selon le Codex Alimentarius : « la dénomination "lait" est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction » ([Codex-Alimentarius. 1999](#)) ; il est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » ([Codex-Alimentarius. 1999](#)).

Le lait est un liquide alimentaire, opaque blanc mat, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre, à l'odeur peu marquée et au goût douceâtre, sécrété, après parturition, par la glande mammaire des animaux mammifères femelles, pour nourrir leur(s) nouveau-né(s). ([Larousse-agricole. 2002](#)).

La dénomination « lait » sans qualificatif correspond au lait de vache ou de zébu. Si le lait provient d'une autre origine, il faut ajouter le qualificatif de l'espèce : lait de brebis, de chèvre, de chamelle par exemples.

### **1.1.2 Définition du lait cru**

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 contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24 h ([Jaques 1997](#)).

*Snappe et al*, rapportent que le lait doit être en outre collecté dans des bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état (lait cru) mais le plus souvent après avoir subi des traitements d'homogénéisation, de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation avec les mêmes qualités organoleptiques ([Snappe et al 2010](#)).

### **1.1.3 Définition du lait pasteurisé conditionné (LPC)**

Le lait pasteurisé conditionné, fabriqué à partir de lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique qui consiste à chauffer le lait à une température donnée :

- *Pour le LPC fabriqué à partir du lait cru*

Une pasteurisation à 85 °C pendant 5 min nécessaire à l'élimination de 90 à 98% de la flore microbienne responsables de maladies qui peuvent se trouver dans le lait cru, notamment tous les germes pathogènes non sporulés et plus particulièrement les germes de la tuberculose et de la brucellose (*Campylobacter*, *E. coli*, *Salmonella*, *Listeria* et d'autres bactéries).

- *Pour le LPC fabriqué uniquement à partir du lait en poudre*

Une pasteurisation à 85 °C pendant 5 min.

#### ❖ *Lait en poudre*

Le lait en poudre ou « lait sec » est un produit obtenu par l'élimination de la quasi totalité de l'eau par la chaleur. Il constitue un bon procédé de conservation, les micro-organismes s'y développent difficilement à cause de la teneur en eau faible.

Pour l'obtenir, deux types de procédés sont utilisés :

- *Procédé des cylindres ou JUST HATMAKER*

Le lait tombe entre deux cylindres chauffés à la vapeur d'eau à une température de 140-150 °C pendant 2 à 3 sec. Une dessiccation rapide s'opère, un mince film de lait se forme et est détaché par un couteau racleur.

L'inconvénient de ce procédé est l'altération des structures physico-chimiques lors de traitement thermique brutal.

- *Procédé du brouillard ou par pulvérisation ou spray*

Le lait est pulvérisé sous la forme d'un brouillard dans une vaste chambre parcourue par un courant d'air chaud. Une déshydratation instantanée est obtenue, le lait en poudre tombe par gravité à la partie basse.

- ❖ **Reconstitution**

La reconstitution est l'opération qui consiste à diluer dans une eau convenable une poudre spray grasse, elle peut aussi correspondre à reconstituer un lait écrémé.

Selon la réglementation Algérienne un lait reconstitué est un lait :

- écrémé, en cas d'utilisation de lait en poudre écrémé extra grade c'est à dire tirant moins de 1,25% de matières grasses ([JORADP. 1993](#)).
- entier, en cas d'utilisation de lait en poudre tirant au moins 26% de matières grasses ([JORADP. 1993](#)).

## **1.2. Composition chimique du lait**

Les principaux constituants du lait par ordre croissant selon ([Carole 2002](#)) sont :

- L'eau, très majoritaire.
- Les glucides principalement représentés par le lactose.
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Les sels minéraux à l'état ionique et moléculaire.
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.

- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines et oligoéléments.

### **1.2.1. Eau**

D'après *Jaques Mathieu*, l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire 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.

Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides ([Jaques 1997](#)). L'eau représente 900 - 910 g/l ([Snappe et al 2010](#)).

### **1.2.2. Glucides**

Le sucre du lait est le lactose, c'est un disaccharide constitué par de l'alpha( $\alpha$ ) ou bêta ( $\beta$ ) glucose ou bêta ( $\beta$ ) galactose ([Luquet & Bonjean-Linczowski 1985](#)). Il est synthétisé à partir du glucose prélevé dans le sang par la mamelle ([Goursaud 1985](#)).

### **1.2.3. Matière grasse**

La matière grasse est présente sous forme d'une émulsion de globules gras de 1 à 8  $\mu$  de diamètre. Le taux de matière grasse ou taux butyreux (TB) est très variable selon les conditions zootechniques.

La matière grasse est constituée par 98,5% de glycérides, 1% de phospholipides polaires et 0,5% de substances liposolubles ([Luquet & Bonjean-Linczowski 1985](#)).

### **1.2.4. Matière azotée**

Les protéines représentent 95% environ des matières azotées et sont constituées soit d'acides aminés seulement ( $\beta$ - lactoglobuline,  $\alpha$  lactalbumine), soit d'acide aminé et d'acide phosphorique (caséines a et b) avec parfois encore une partie glucidique (caséine k) ([Dalgeish 1982](#)).

La proportion de 5% de l'azote total du lait est non protéique, cela représente un déchet azoté d'environ 0,3% dont l'urée représente environ la moitié. La répartition en pourcentage des différentes protéines est: 80% de caséines, 19% d'albumines et globulines et 1%

d'enzymes ([Luquet & Bonjean-Linczowski 1985](#)). Les matières azotées, protides ou protéines du lait constituent un ensemble complexe dont la teneur totale avoisine 35 g/l. Ce taux est élevé par rapport aux quantités présentes dans le lait de femme ([Whitney et al 1976](#)).

#### **1.2.5. Vitamines**

Les vitamines du lait sont prélevées directement du sang. On trouve en abondance les vitamines : A, D, B2, mais aussi on retrouve à un faible taux de la vitamine C ([Vignola 2002](#)).

On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles: la richesse de lait en vitamine B, C est régulièrement élevée quelque soit la saison et le régime alimentaire.
- Les vitamines liposolubles: A, D, E, K, leurs taux dépendent de nombreux facteurs notamment le régime alimentaire. Le lait renferme un taux élevé de vitamine A lorsque le rationnement des animaux est riche en herbes fraîches (fourrage vert) ([Roy 1951](#)) ([Wolter 1997](#)).

#### **1.2.6. Enzymes**

Les enzymes présentes dans le lait sont les lipases, galactase, phosphatase, réductase, catalase et peroxydase. Il existe aussi dans le lait des gaz dissous qui sont le gaz carbonique, l'oxygène, l'azote, dont 4 à 5% du volume du lait se retrouve à la sortie de la mamelle ([Adrian 1973](#)) ([Andre 1975](#)).

#### **1.2.7. Minéraux**

Selon *Gaucheron*, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux ([Gaucheron. 2004](#)). Les principaux minéraux sont le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium pour les cations et le phosphate, le chlorure et le citrate pour les anions.

#### **1.2.8. Protéines**

Selon *Jeantet*, le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes ([Jeantet R et al 2007](#)) :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales.
  - Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.
- ❖ Caséine : *Jean et Dijon*, rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents aminoacides, dont les principaux sont la leucine,

la proline, l'acide glutamique et la sérine. Le caséinate de calcium, de masse molaire qui peut atteindre 56000 g/mol, forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1  $\mu\text{m}$  ([Jean & Dijon 1993](#)).

La caséine native a la composition suivante : protéine 94%, calcium 3%, phosphore 2.2%, acide citrique 0.5% et magnésium 0.1% ([Adrian et al 2004](#)).

❖ Protéines du lactosérum : Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées ([Debry 2001](#)).

*Thapon*, définit les protéines du lactosérum comme protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique ([Thapon 2005](#)).

○  $\alpha$ -lactalbumine : C'est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine (elle possède un atome de calcium par mole) du type globulaire (structure tertiaire quasi sphérique). Elle présente environ 22% des protéines du sérum ([Vignola 2002](#)).

○  $\beta$ -lactoglobuline : C'est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. Son point isoélectrique est 5.1 la  $\beta$ -lactoglobuline est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G). Lors du chauffage la fixation d'une molécule de caséine K et d'une  $\beta$ -lactoglobuline se fasse également par un pont disulfure ([Debry 2001](#)).

○ Sérum-albumine : Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant un seul variant génétique A est identique au sérum albumine sanguine ([Vignola 2002](#)).

○ Immunoglobulines : Ce sont des glycoprotéines de haut poids moléculaire responsable de la défense immunitaire.

On distingue trois grandes classes d'immunoglobuline : IgA, IgG, IgM. Elles sont très abondantes dans le colostrum. Les immunoglobulines sont les protéines du lactosérum les plus sensibles à la dénaturation thermique ([Thapon 2005](#)).

○ Protéoses-peptones : Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4.6 vers 95 °C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine  $\beta$  ([Debry 2001](#)).

### **1.2.9. Lactose**

*Jaques*, évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule  $C_{12}H_{22}O_{11}$  est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie ([Jaques 1997](#)).

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/l dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux ([Hoden. & Coulon. 1991](#)).

## **2. Matériels et Méthodes**

### **2.1. Site de travail**

### **2.2. Laiterie SAFIA**

SAFIA ou SARL KAFEK est une laiterie privée, située dans la zone industrielle Belkheir willaya de Guelma. Couvrant une superficie de 2 900 m<sup>2</sup>. Cette laiterie fabrique :

- ✓ Le lait cru de vache.
- ✓ Le lait pasteurisé conditionné (LPC).
- ✓ Le lait fermenté ou leben.

La laiterie SAFIA est constituée d'un bloc administratif, d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et microbiologiques et d'un atelier de fabrication. Ce dernier est à son tour réparti en :

- ✓ Un service de collecte.
- ✓ Une chaîne de fabrication de lait cru et du lait pasteurisé conditionné (LPC).
- ✓ Une chambre froide.
- ✓ Une station de traitement des eaux.
- ✓ Un magasin de stockage de matière première.
- ✓ Un magasin de distribution.

La laiterie SAFIA a une capacité de production de 25 000 litres/jour et une capacité de stockage de 80 000 litres.



**Figure 1 : La laiterie SAFIA**

### **2.3. Matière première**

#### **a- Lait de vache**

Le lait de vache arrive à l'usine en vrac dans des camions citernes isothermes. Dès sa réception à la laiterie, un échantillon de lait est prélevé pour effectuer les tests rapides : acidité, densité, matière grasse, ESD et température.

Dans le cas de résultat positif la vidange est effectuée.

#### **b- Poudre du lait**

Deux types de lait en poudre sont utilisés :

- ✓ La poudre de lait écrémé [0% de matière grasse (MG)].
- ✓ La poudre de lait entier [26% de matière grasse (MG)].

La poudre de lait entier et écrémé provient de l'Office National Interprofessionnel du Lait (ONIL), elle est importée de la Nouvelle Zélande, conditionnée dans des sacs de 25 Kg en polyéthylène recouvert de trois couches de papier cellulosique.

#### **c- Eau de reconstitution**

L'eau de reconstitution doit être potable et répondre aux standards fixés par l'organisation mondiale de la santé (OMS). Sur le plan microbiologique, elle ne doit contenir aucun germe pathogène, et sur le plan physico-chimique elle ne doit contenir ni pesticides ni nitrates et avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15 °f et un pH voisin de la neutralité.

Avant d'être utilisée, l'eau subit les traitements suivants :

- ✓ Filtration à sable.
- ✓ Filtration à charbon actif.
- ✓ L'adoucissement.
- ✓ Filtration à travers des filtres (diamètre 4 microns).

Durant chaque visite nous avons observé et vérifié:

- ✓ Les conditions de stockage du lait en poudre importé.
- ✓ Les informations mentionnées sur les étiquettes.
- ✓ Les conditions de réception et de traitement du lait de vache.

## ❖ Procédé de fabrication du lait reconstitué au niveau de la laiterie SAFIA

La production du lait reconstitué partiellement écrémé au niveau de la laiterie SAFIA se fait selon les étapes suivantes :

### **a- Reconstitution**

Consiste à mélanger l'eau traitée et le lait en poudre afin d'obtenir un produit dont la teneur en matière sèche est conforme aux normes. La reconstitution est assurée par un appareil semi-automatique qui comprend une vanne manuelle, une turbine et une pompe.

L'eau qui doit être préalablement chauffée de 30 à 40 °C pour faciliter la dissolution de la poudre est envoyée dans un circuit fermé.

### **b- Stockage**

Le lait reconstitué est stocké dans deux tanks de 5000 l où il subit une agitation continue dont le but :

- D'augmenter la dispersion et la dissolution des poudres de lait dans l'eau.
- D'éviter la formation d'agglomérats.

### **c- Filtration**

Le lait reconstitué soutiré du tank par une pompe centrifuge, passe ensuite à travers des filtres cylindriques pour l'élimination de toutes impuretés macroscopique telles que : les grumeaux.

### **d- Pasteurisation**

Elle consiste à faire passer le lait dans un échangeur à plaques à une température de 85°C pendant 5 min.

Le pasteurisateur comprend trois compartiments :

- Le compartiment d'échange et de récupération : A ce niveau, le lait froid entrant va être réchauffé et ceci en récupérant les calories du lait déjà pasteurisé.
- Le compartiment de pasteurisation proprement dite : Le lait pré chauffé est porté dans ce compartiment à une température de 85 °C et ceci en récupérant la chaleur libérée par l'eau chauffée. Le lait est maintenu à cette température pendant 5 min dans un chambreur.

- Le compartiment de refroidissement : Une fois pasteurisé, le lait passe par le compartiment de récupération où sa température est ramenée à 15 °C puis par le biais d'une eau glacée; il est refroidi à 4 °C.

***e- Stockage tampon***

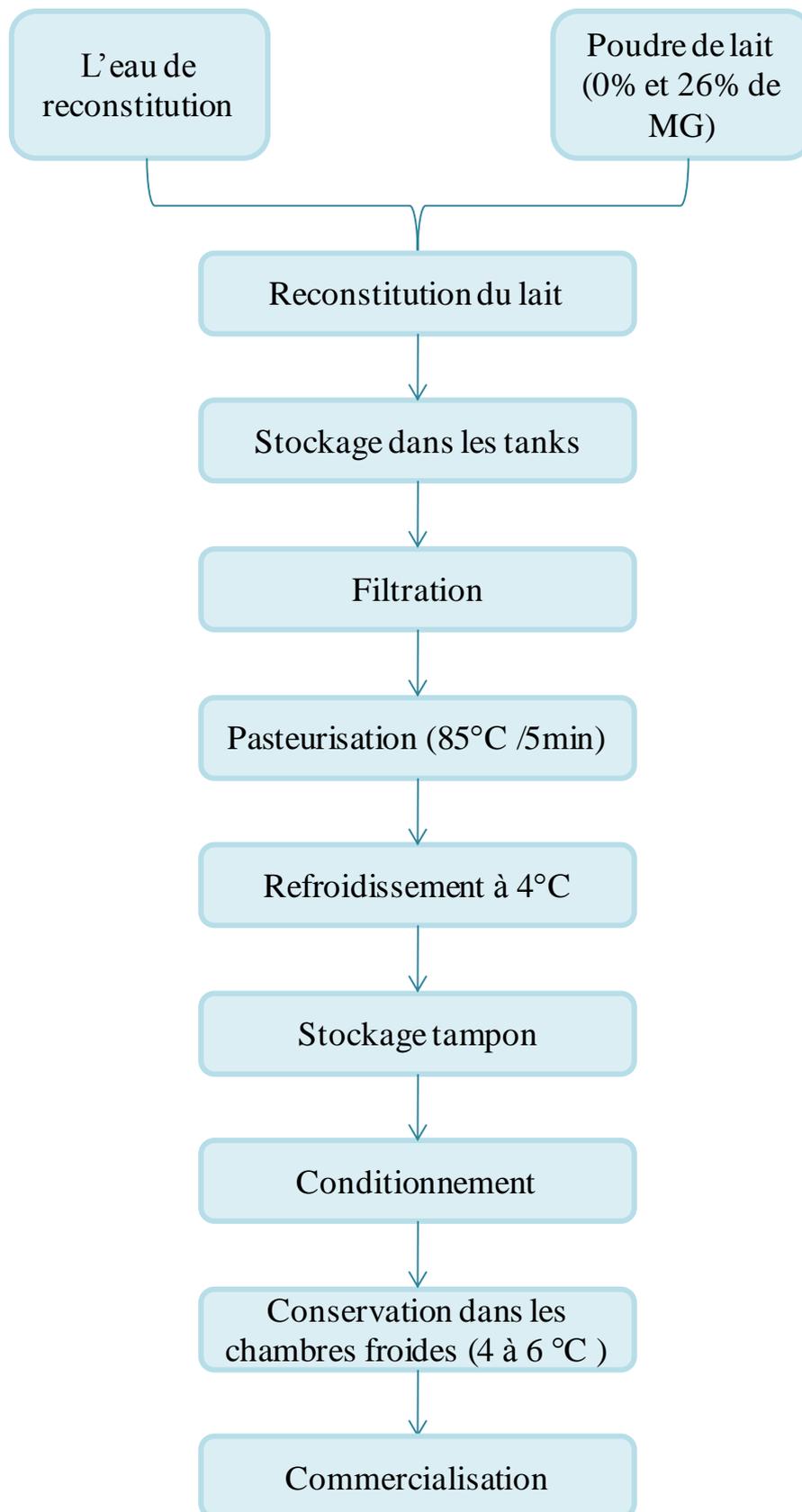
Le lait pasteurisé s'il n'est pas directement conditionné, il est stocké dans deux tanks de 5000 l est porté à une température comprise entre 4 et 6 °C.

***f- Conditionnement***

La conditionneuse est un bloc semi-automatique divisé en deux compartiments similaires fonctionnant en parallèle. La bobine du film plastique est placée en arrière de la conditionneuse. Le film est ensuite stérilisé par des rayons ultraviolets émis par des lampes se trouvant en haut de l'appareil.

Après stérilisation, une soudure longitudinale est réalisée par un thermo-soudeur. Le remplissage des sachets se fait par une pompe doseuse située en partie haute de l'appareil.

Une fois le volume désiré (1 litre) est atteint une soudure horizontale permet la fermeture du sachet rempli. Ce dernier passe par un dateur mécanique puis il est récupéré en bas de la conditionneuse sur un tapis roulant sur des chaînes. Ensuite les sachets remplis sont mis en bacs par les ouvriers. Les bacs sont soit livrés directement soit stockés dans une chambre froide pour un temps maximum de 24 h.



***Figure 2 : Diagramme de fabrication du lait reconstitué au niveau de la laiterie SAFIA***

❖ **Procédé de fabrication du lait cru au niveau de la laiterie SAFIA**

La production du lait cru au niveau de la laiterie SAFIA se fait selon les étapes suivantes :

**a- Réception**

C'est une étape primaire qui consiste au ramassage ou à la collecte du lait cru à partir des fermes. Cette étape est assurée soit par les fermiers eux- même soit par les collecteurs.

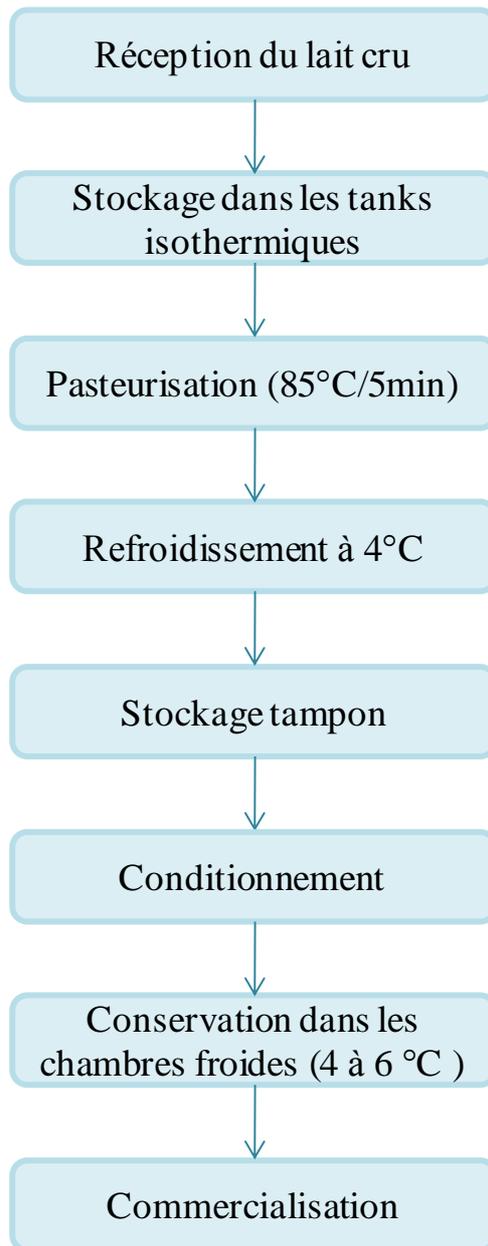
Le lait cru est transporté dans sa majorité dans des citernes isothermes comme le suggère la réglementation et parfois dans des bidons en inox.

Une fois arrivé à l'unité, un échantillon de lait est prélevé pour effectuer les tests rapides : acidité, densité, teneur en matière grasse et stabilité à l'ébullition.

**b- Stockage**

Le lait cru est stocké dans deux tanks de 5000 l.

Après le stockage, c'est la pasteurisation, le stockage tampon et le conditionnement dans les mêmes conditions que celles pour le lait pasteurisé conditionné (LPC).



***Figure 3 : Diagramme de fabrication du lait cru au niveau de la laiterie SAFIA***

#### **2.4. Analyses physico-chimiques**

Les analyses physicochimiques ont été réalisées à l'aide d'un *LactoScan*.

##### **❖ Mode opératoire :**

Prélèvement d'un échantillon de 10 ml de lait (LPC ou cru), puis lecture au *Lactoscan* pendant une minute.

Les résultats seront affichés sur l'écran du *LactoScan*.



**Figure 4 : Lactoscan**

**Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques analysés**

<i>Paramètres</i>	<i>Lactoscan</i>	<i>Manuelle</i>	<i>Lacto + Man</i>
Acidité	X		
Matière grasse	X	X	X
Densité	X	X	X
Extrait sec dégraissée	X		
Lactose	X		
Matière sèche totale (solides)	X		
Protéines	X		
Taux de l'eau	X		
Température	X	X	X

### **2.4.1. Détermination de la densité**

#### **➤ Définition**

La densité du lait désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20 °C et la masse du même volume d'eau ([Pointurier 2003](#)).

La densité de lait d'une espèce donnée, n'est pas une valeur constante, elle varie d'une part, proportionnellement avec la concentration des éléments dissous et en suspension et d'autre part, avec la proportion de la matière grasse. La densité de lait de vache est comprise entre 1030 et 1033 à une température de 20 °C, à des températures différentes, il faut effectuer une correction. La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre ([Alais 1984](#)). D'après *Vignola*, la densité du lait augmente avec l'écémage, et diminue avec le mouillage ([Vignola 2002](#)).

#### **➤ Principe**

La densité est déterminée à 20 °C par lactodensimètre.

#### **➤ Appareillage**

- Lactodensimètre.
- Eprouvette cylindrique sans bec, de hauteur apportée à celle de lactodensimètre et de diamètre intérieur supérieur de 9 mm au moins au diamètre de la carène de lactodensimètre.

#### **➤ Mode opératoire**

- Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air (environ 250 ml).
- Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène de lactodensimètre (il est commode de repérer ce niveau par un trait de jauge sur l'éprouvette).
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.
- Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, il est recommandé de la plonger dans le bain à 20 °C lorsque la température du laboratoire n'est pas comprise entre 18 et 22°C.

- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.
- Attendre 30 secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.



**Figure 5 : Mesure de la densité par lactodensimètre**

➤ **Expression des résultats**

Lecture directe de la valeur de la densité sur le lactodensimètre.

➤ **Corrections**

Si la détermination de la densité n'a pas été effectuée exactement à la température de 20 °C, le résultat doit être réajusté. La correction de la densité se fait comme suit :

- Si la température est supérieure à 20 °C, il faut ajouter 0,2 pour chaque degré en plus.
- Si la température est inférieure à 20 °C, il faut retrancher 0,2 pour chaque degré en moins.

**2.4.2. Détermination de l'acidité titrable**

➤ **Définition**

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait ([AFNOR. 1985](#)).

L'acidité de lait est une notion importante pour l'industrie laitière. Elle permet de juger l'état de conservation du lait. Elle résulte d'une titration qui consiste à ajouter au lait un volume nécessaire de solution alcaline titrée pour atteindre le point de virage d'un indicateur (phénolphtaléine).

Elle est exprimée en "degré Dornic" (°D), ce dernier exprime la teneur en acide lactique:  $1\text{ °D} = 0,1\text{ g d'acide lactique par un litre de lait}$ . L'acidité titrable est comprise entre  $15\text{ °D}$  et  $18\text{ °D}$  ([Alais 1984](#)). Elle varie entre 0,13% et 0,17% d'équivalent d'acide lactique ([Vignola 2002](#)).

➤ **Principe**

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur.

➤ **Réactifs**

Les réactifs doivent être de qualité analytique. L'eau utilisée doit être de l'eau distillée ou de l'eau de pureté au moins équivalente.

- Solution de phénolphtaléine à 1% (m/v) dans l'éthanol à 95%.
- Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0.1 N.

➤ **Appareillage**

Matériel courant de laboratoire est notamment :

- Pipette à lait de 10 ml ou seringue de précision réglée à 10 ml ou balance analytique.
- Burette graduée en 0.05 ou en 0.1 ml permettant d'apprécier la demi-division.
- Bêchers.

➤ **Mode opératoire**

A l'aide d'une pipette graduée, on prélève 10 ml de lait puis on ajoute 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 1%. On procède ensuite au titrage par NaOH (N/9) jusqu'à l'apparition d'une couleur rose claire qui indique la fin du titrage.

L'acidité en degré Dornic, est indiquée par le nombre de dixième de ml de soude (N/9) utilisée.

➤ Expression des résultats

L'acidité s'exprime en gramme d'acide lactique par litre de lait. Ainsi 1 °D = 1 mg d'acide lactique dans 10 ml de lait, soit 0,1 g/l ou 0,01% d'équivalent acide lactique.

**2.4.3. Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)**

➤ Définition

Le taux de matière grasse ou taux butyreux (TB) est très variable selon les conditions zootechniques ([Luquet & Bonjean-Linczowski 1985](#)). La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20 °C (27 °C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100 g de lait ou 100 ml de lait ([AFNOR. 1985](#)).

➤ Principe

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique.

Obtention de la teneur en matière grasse (en grammes pour 100 g ou 100 ml de lait) par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

➤ Réactifs

- Acide sulfurique concentré  $\rho_{20} = 1.820 \pm 0.005$  g/ml, incolore ou à peine ambré ne contenant aucune impureté pouvant agir sur le résultat.
- Alcool amylique  $\rho_{20} = 1.813 \pm 0.005$  g/ml.

➤ Appareillage

- Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié.



**Figure 6 : Butyromètre**

- Pipette à lait.
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer  $10 \text{ ml} \pm 0.2 \text{ ml}$  d'acide sulfurique.
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer  $1 \text{ ml} \pm 0.05 \text{ ml}$  d'alcool amylique.
- Centrifugeuse GERBER, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés munie d'un indicateur de vitesse donnant le nombre de tours à la minute à  $\pm 50 \text{ tr/min}$  maximum prés.
- Bain d'eau à la température de  $65 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau.

➤ **Mode opératoire**

La méthode utilisée appelée méthode de GERBER ou également méthode acido-butyrométrique permet d'évaluer la teneur en matière grasse du lait. Dans un butyromètre à lait, on introduit 10 ml d'acide sulfurique en évitant de mouiller le col du butyromètre, puis on ajoute 11 ml du lait à analyser à l'aide d'une pipette en évitant un mélange prématuré du lait avec l'acide.

Puis, on verse à la surface du lait 1 ml d'alcool iso-amylique. En bouchant le butyromètre, on procède à l'agitation jusqu'à ce que la caséine soit entièrement dissoute. On place le butyromètre dans la centrifugeuse à 1000-1200 tours pendant 5 à 6 minutes.

La lecture du résultat doit se faire rapidement après avoir retiré le butyromètre de la centrifugeuse et le placer verticalement, l'ampoule vers le haut. Il faut ajuster le niveau inférieur de la phase lipidique en tirant ou en poussant légèrement sur le bouchon avant la lecture qui se fait directement sur le butyromètre.

➤ **Expression des résultats**

La teneur en matière grasse de lait est :

$$\mathbf{B - A} \quad \text{où :}$$

A : est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.

B : est la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

La teneur en matière grasse est exprimée, soit en gramme pour 100 g de lait, soit en grammes pour 100 ml de lait.

#### **2.4.4. Mesure de la teneur en matière sèche totale (solide)**

##### ➤ **Définition**

Le lait contient plusieurs constituants tels que: le sodium, et le phosphate, qui entrent dans la composition de sels organiques, le citrate de calcium ou de magnésium ([Luquet & Bonjean-Linczowski 1985](#)). On retrouve également, les chlorures de sodium ou de potassium et les phosphates de calcium ([Jaque 1998](#)).

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par les normes ([AFNOR. 1985](#)).

##### ➤ **Principe**

Dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu.

Le taux de matière sèche totale est donné par la formule suivante :

$$\text{EST (g/l)} = (M_1 - M_0) \times 1000/V$$

Avec :

$M_0$  : La masse de la capsule vide

$M_1$  : La masse des résidus secs refroidis

V : Le volume de prise d'essai

##### ➤ **Appareillage**

- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les conditions de l'essai de forme cylindrique de préférence avec couvercle.
- Bain-marie à niveau constant, fermé par un couvercle métallique dans lequel sont ménagées des ouvertures circulaires.
- Étuve à  $103 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ .
- Dessiccateur.
- Balance analytique.
- Pipette à lait de 5 ml.

➤ **Mode opératoire**

Dans la capsule séchée et tarée à 0.1 mg près introduire 5 ml de l'échantillon pour essai à l'aide de la pipette ou peser à 1 mg près environ 5 g de lait.

Placer la capsule découverte pendant 30 minutes sur le bain-marie bouillant puis l'introduire dans l'étuve réglée à  $103\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  pendant 3 heures.

Mettre ensuite la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante.

Peser à 0.1 mg près, effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

**2.4.5. Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée**

➤ **Définition**

C'est l'ensemble des substances présentes dans le lait à l'exclusion de l'eau et des lipides. La teneur en extrait sec du lait se diffère selon l'espèce (100-600 g/l). La cause de cette différence est essentiellement due à la teneur en matière grasses ([Alais 1984](#)).

➤ **Principe**

La matière sèche dégraissée est obtenue par différence entre la matière sèche totale et la matière grasse. Les laits normaux contiennent habituellement de 90 à 95 g de matière sèche non grasse.

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

ESD : extrait sec dégraissée.

EST : extrait sec total.

MG : matière grasse.

➤ **Mode opératoire**

Avec une pipette, on aspire 5 ml du lait et on l'introduit dans une capsule d'aluminium.

Après l'avoir pesé, on le place dans un dessiccateur pendant 15 minutes et dans une étuve jusqu'au séchage. Une deuxième pesée est effectuée.

#### **2.4.6. Taux de l'eau**

L'eau est l'élément quantitativement le plus important : 900 à 910 g/l ([Snappe et al 2010](#)).

##### ➤ **Calcul du mouillage**

**Principe :** Le mouillage modifie les constantes physico-chimiques du lait. En comparant les valeurs obtenues pour le lait témoin à celle de l'échantillon à examiner, ou à défaut en se basant sur les valeurs minimales de laits normaux, il est possible d'évaluer la proportion d'eau ajoutée ([AFNOR. 1985](#)).

#### **2.4.7. Dosage des protéines**

##### ➤ **Principe**

Le but de cette manipulation est de déterminer l'azote total du lait par la méthode officielle de Kjeldahl que l'on affecte ensuite d'un facteur de 6,39 pour avoir la teneur en protéine du lait.

Les composés organiques contenant l'azote chauffé, en présence de l'acide sulfurique concentré et d'un catalyseur, sont décomposés. Ils se minéralisent et libèrent quantitativement du sulfate d'ammonium. On le recueille dans une quantité connue d'une solution titrée d'acide borique. On dose à l'aide d'une solution titrée de l'acide sulfurique la quantité en excès de  $H_3BO_3$ .

##### ➤ **Mode opératoire**

**Minéralisation :** Le mélange des réactifs et du produit à doser s'effectue dans un matras de 400 ml ou l'on introduit respectivement 5 ml de lait, 15 ml d'acide sulfurique à 95% de pureté, et en présence d'un catalyseur, on effectue un chauffage à feu vif, lorsque le mélange devient limpide bleuté ou verdâtre très clair on prolonge le chauffage de 30 minutes et on laisse refroidir après.

**Distillation :** L'azote organique du lait va être minéralisé à l'état de sulfate d'ammonium. L'ammoniac sera déplacé en présence de la soude et va être distillé pour être recueilli dans une solution d'acide borique et titré en retour par l'acide sulfurique, en présence d'un indicateur coloré qui est le rouge de méthyle, jusqu'à coloration jaune.

#### **2.4.8. Dosage du lactose**

Après défécation au ferrocyanure de zinc, le lactose est dosé dans le filtrat, grâce à son pouvoir réducteur, par la méthode de Bertrand. On exprime généralement le résultat en lactose hydraté. Celui-ci ne sera valable que si le lactose n'a subi aucun début d'hydrolyse.

#### **2.4.9. Épreuve de l'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. Ainsi, comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100,5 °C. Cette propriété physique diminue avec la pression. On applique ce principe dans les procédés de concentration du lait ([Vignola 2002](#)).

Dans un tube introduire 2 à 5 ml de lait et porter à l'ébullition. Si le lait est normal, le liquide reste homogène après quelques instants d'ébullition et au refroidissement il se forme en surface une pellicule blanche, plissée (formée principalement de carbonates de calcium, de protides et de matière grasse).

Les laits riches en albumine (colostrum des quelques jours qui suivent le vêlage et d'une manière générale, les laits normaux caractérisés), ainsi que les laits acidifiés (au-dessus de 25 °D) coagule par ébullition ([Thieulin & Vuillaume 1967](#)).



**Figure 7: Test d'ébullition**

## **2.5. Méthodes d'analyse bactériologique**

### ➤ **But des analyses**

Le but des analyses microbiologiques est de mettre en évidence les germes qui peuvent exister dans le lait cru et LPC, et d'évaluer la qualité bactériologique de ce lait. Elle permet également d'apprécier le degré de salubrité du lait.

### ➤ **Mode opératoire**

A l'aide d'une pipette pasteur stérile on met 5 gouttes du lait sur un milieu de culture [Gélose Nutritive (GN)], puis, à l'aide d'une anse de platine stérile on ensemence par strie, dans le respect des bonnes pratiques de laboratoire. Enfin, on incube la boîte de pétrie dans une étuve à 37 °C pendant 24 h. Sur chaque boîte de pétrie il faut mentionner la date, l'heure, le numéro de la préparation et le nombre de gouttes.

On dénombre toutes les colonies apparentes sur la gélose dont le nombre est 300 germes/ml en maximum. Le résultat obtenu est multiplié par l'inverse de la dilution et comparé avec les normes ([JORADP. 1998](#)).

## **2.6. Analyses statistiques**

Les résultats sont exprimés sous forme des moyennes  $\pm$  SD (*Standard Deviation*). Les différents paramètres physico-chimiques font l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) suivi d'une comparaison des moyennes (test de Dunnet, test Newman Keuls ou test de Tukey) quand les conditions de normalité et d'homogénéité des variances sont respectées (test de Kolmogorov-Smirnov), et le cas échéant d'une analyse de variance non paramétrique (Kruskal-Wallis) suivi du test de Mann-Whitney.

Dans notre modèle, la partie fixe comprend les effets d'un facteur « jour de prélèvement ».

La moyenne et l'écart type sont calculés pour les cinq préparations du lait, pour chaque critère (densité, acidité, matière grasse, matière sèche, matière sèche dégraissée,....).

Les données ont été traitées grâce au logiciel Minitab 16.

Le seuil minimum de significativité retenu est  $p < 0,05$ .

### **3. Résultats et discussion**

#### **3.1. Analyses physicochimiques du lait cru**

L'analyse physico-chimique du lait cru montre que le lait cru de chez SAFIA répond aux normes pour l'ensemble des critères analysés.

Cette même analyse nous révèle aussi qu'il existe une stabilité dans le processus de fabrication et que les résultats ne varient pas en fonction du temps (pas de différences significatives pour l'acidité, la MG, la densité, MST, le taux des protéines, la température). Il est noté qu'une légère modification a été enregistrée pour le taux du lactose et l'ESD (figure 8).

##### **❖ Acidité titrable**

Les résultats représentés sur la figure 8 montrent que l'acidité du lait cru est de 16 °D, elle est stable durant les trois mois de l'expérimentation.

Toutes les valeurs moyennes d'acidité titrable du lait SAFIA est très proches de celles citées dans la littérature ([Aboutayeb 2005](#)) ([FAO 2010](#)).

##### **❖ Matière grasse**

Les résultats illustrés dans la figure 8 montrent qu'il n'y a pas de variation durant les trois mois, et le taux est situé entre 30 à 40 g/l.

Les résultats obtenus durant les trois mois répondent aux normes, selon *Jacquinot* ([Jacquinot 1986](#)).

##### **❖ Densité**

Les résultats représentés dans la figure 8 montrent que la densité est supérieure à 1000, cependant l'analyse de la cinétique montre qu'il y a une variation significative lors du 2<sup>ème</sup> mois ( $p < 0.05$ ), avant de revenir au taux initial lors du 3<sup>ème</sup> mois

Nos résultats répondent aux normes cités par *Vignola* qui sont 1028-1036 ([Vignola 2002](#)).

##### **❖ Extrait sec dégraissé ou l'extrait sec non gras**

Les résultats illustrés dans la figure 8 montrent qu'il y a une variation significative durant les 3 mois ( $p < 0.05$ ), elle est située entre 6 et 8 g/100 ml (60 à 80 g/l).

Cependant les résultats obtenus durant les trois mois sont inférieures aux normes selon *Jacquinet*, car la valeur moyenne est de 92 g/l ([Jacquinet 1986](#)).

#### ❖ Lactose

Les résultats illustrés dans la figure 8 montrent qu'il y a une variation qui est significative lors du 3<sup>ème</sup> mois où la teneur en lactose se situe entre 3 à 4 g/100 ml (30 à 40 g/l) ( $p < 0.05$ ).

*Jacquinet* déclare que la valeur moyenne de la teneur en lactose est 49 g/l. Donc les résultats obtenus au cours du trois mois sont légèrement inférieures aux normes ([Jacquinet 1986](#)).

#### ❖ Matière sèche totale

Les résultats illustrés dans la figure 8 montrent que la teneur en matière sèche totale est stable et se situe dans l'intervalle 0.60 à 0.70 g/10 ml [60-70 g/l].

Selon *Dieye* les résultats obtenus sont inférieures aux normes. La teneur en matière sèche totale correspond à 13% en poids du lait : soit 125 à 130 g/l ([Dieye 1992](#)).

#### ❖ Protéines

D'après les résultats illustrés dans la figure 8, on observe que la teneur en protéines totaux du lait cru est stable et se situe entre 2.60 à 2.70 g/100 ml [26-27 g/l].

Les résultats obtenus sont inférieures aux normes qui sont de 30-36 g/l ([Snappe et al 2010](#)).

#### ❖ Température

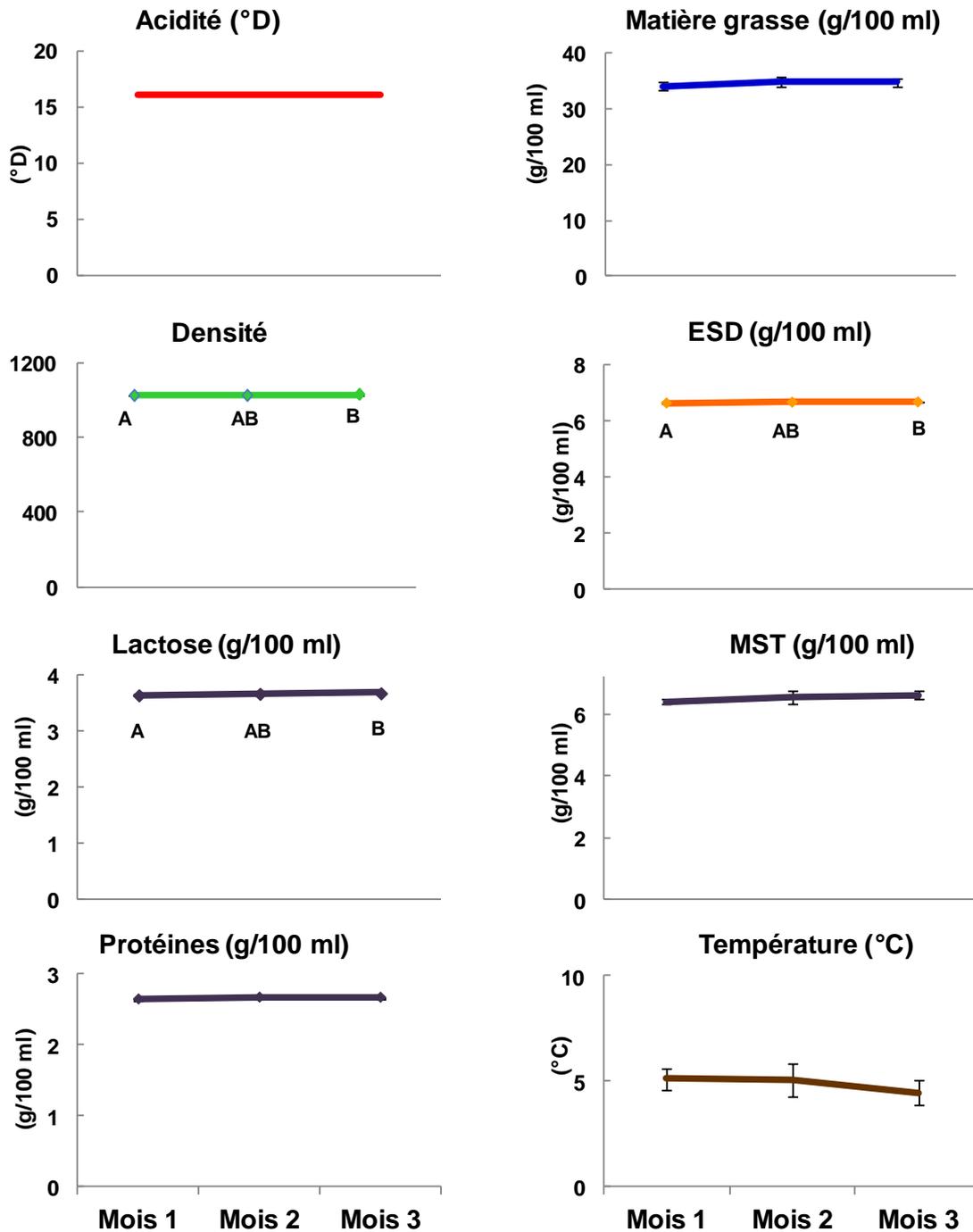
Selon les résultats illustrés dans la figure 8, aucune variation significative n'a été enregistrée durant les 3 mois. La température se situe entre 4 et 6 °C.

Les variations enregistrées sur les trois mois pour la densité, l'extrait sec dégraissé et le taux du lactose ne dépendent pas du processus de fabrication ou de l'équipement de mesure, mais plutôt de la composition chimique du lait, elle-même dépend de l'alimentation des vaches laitières.

Dans le même sens les variations enregistrées concernant le taux d'extrait secs non gras, le taux de protéines et le taux du lactose par rapport aux normes sont probablement dues à un problème de gestion de l'alimentation des vaches laitières. Dans la littérature le niveau

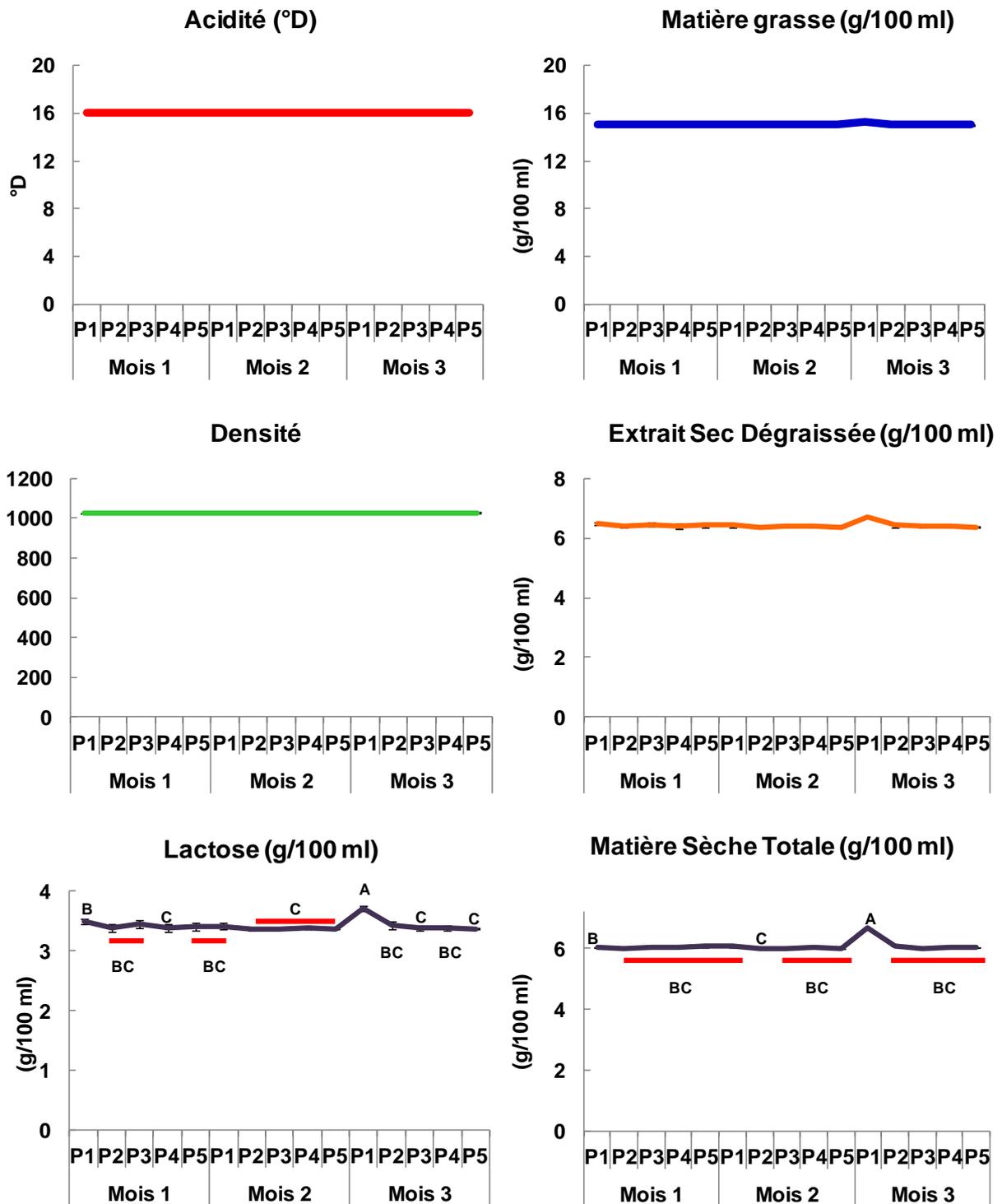
d’approvisionnement énergétique est le principal responsable des variations du taux protéique du lait.

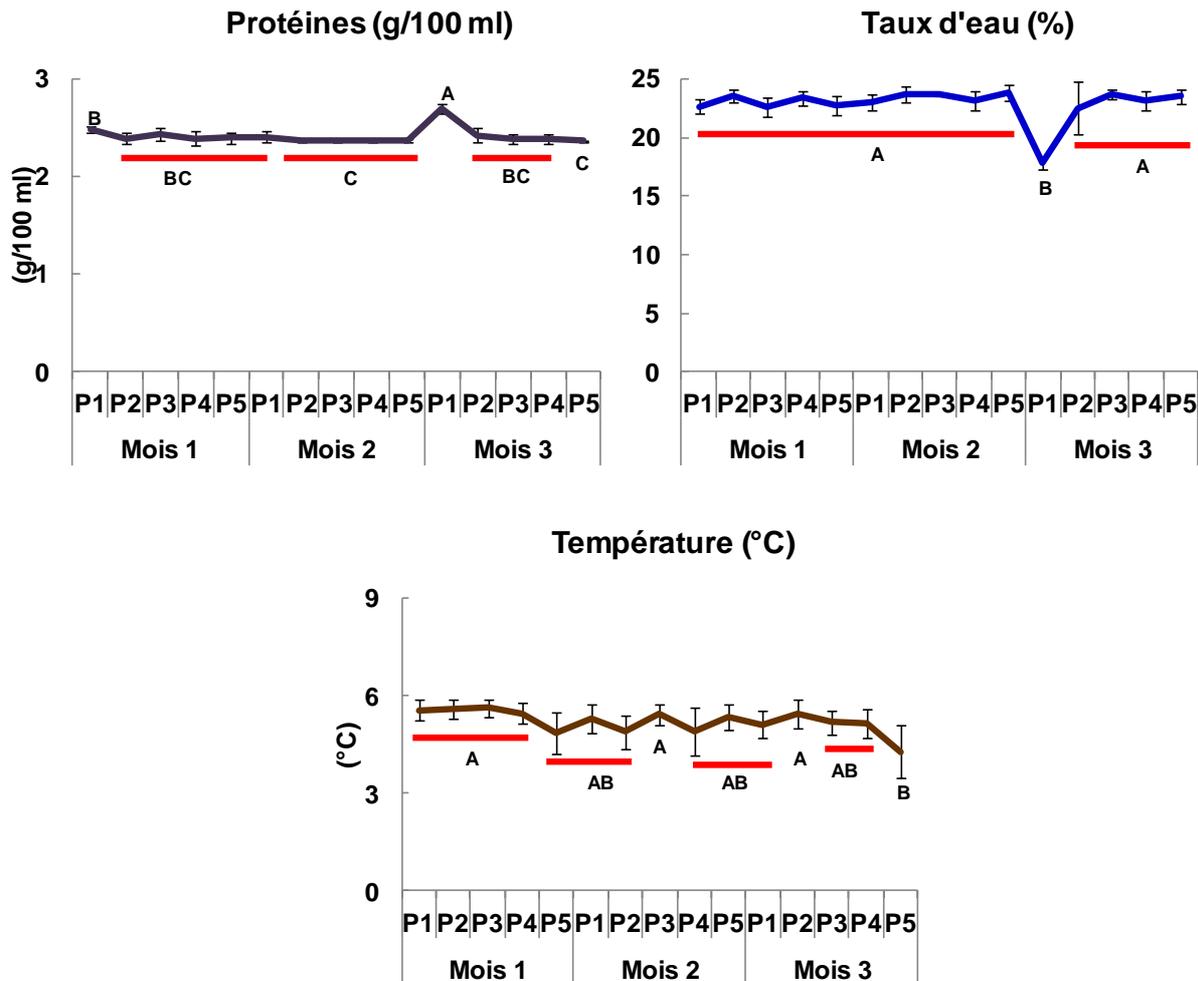
Pour s’affranchir à ce problème un apport énergétique est nécessaire pour stimuler la synthèse des protéines microbiennes dans la panse.



**Figure 8 :** Analyses physicochimiques du lait cru prélevé sur une période de trois mois dans la laiterie SAFIA. Les résultats sont exprimés selon la moyenne  $\pm$  SD ( $n=5$  prélèvements/mois). Les données ont fait l’objet d’une analyse de variance (Anova) suivie d’un test paramétrique de Tukey. A, B : des lettres différentes indiquent des valeurs significativement différentes ( $p<0,05$ ).

### 3.2. Analyses physicochimiques du lait reconstitué





**Figure 9:** Analyses physicochimiques du lait reconstitué prélevé sur une période de trois mois dans la laiterie SAFIA. Les résultats sont exprimés selon la moyenne  $\pm$  SD ( $n=5$  prélèvements/mois). Les données ont fait l'objet d'une analyse de variance (Anova), suivie d'un test paramétrique de Tukey. A, B, C : des lettres différentes indiquent des valeurs significativement différentes ( $p<0,05$ ).

Les résultats illustrés dans la figure 9 montrent que l'acidité, le taux de matière grasse, la densité et l'extrait sec dégraissé (ESD) du lait SAFIA ne varient pas en fonction du temps.

Cependant, le taux du lactose, la matière sèche totale, le taux de protéines, le taux d'eau et la température varient en fonction du temps ( $p<0,05$ ).

#### ❖ Acidité titrable

D'après Aboutayeb, un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18 °D et la FAO rapporte que l'acidité du lait est en moyenne 16 °D (15-17 °D). Donc on peut dire que toutes les valeurs moyennes d'acidité titrable du lait SAFIA sont conformes à celles citées précédemment (Aboutayeb 2005) (FAO 2010).

La poudre du lait écrémé et du lait entier ont une acidité titrable égale à 0.15%. Le lait SAFIA a une acidité moyenne de 16 °D, les résultats illustrés dans la figure 9 montrent que son acidité est stable et elle ne varie pas en fonction du temps.

#### ❖ Matière grasse

Les résultats représentés dans la figure 9 montrent qu'il n'y a aucune variation significative durant les 3 mois de l'expérimentation. La teneur en matière grasse du lait SAFIA se situe dans l'intervalle 15-16 g/l. On remarque que ces résultats sont dans la fourchette admise dans le journal officielle de la république Algérienne (15 à 20 g/l) ([JORADP. 1993](#)).

Nous rappelons que la majorité des laiteries utilisent pour la préparation du lait reconstitué partiellement écrémé la poudre écrémée (0% de MG), la poudre de lait entier (26% de MG), le lait de vache écrémé ou entier et l'eau. La teneur en matière grasse du lait SAFIA demeure relativement constante durant les différents prélèvements.

#### ❖ Densité

Les résultats illustrés dans la figure 9 montrent qu'il n'y a pas de variation significative pendant les 3 mois. Elle est comprise entre 1028 et 1029 et on constate que ces valeurs sont similaires à celle rapportée par la ([FAO 2010](#)) soit 1028-1033 et elle est proche à celle ramené par *Aboutayeb* en 2005 soit 1028-1035 ([Aboutayeb 2005](#)).

#### ❖ Matière sèche dégraissée

Comme le montre la figure 9, le lait SAFIA a des teneurs en matière sèche dégraissée similaires où on note des teneurs comprises entre 60-70 g/l.

Ces résultats sont nettement inférieurs aux normes cités dans la réglementation Algérienne, qui exige que la teneur en matière sèche dégraissée du lait partiellement écrémé doit être égale à 92 g/l ([JORADP. 1993](#)).

L'ensemble des observations montrent que la teneur en matière sèche dégraissée du lait SAFIA demeure constante durant la durée de notre étude (figure 9).

#### ❖ Lactose

On a enregistré des fluctuations au cours des 3 mois avec un pic significatif lors du premier prélèvement du 3<sup>ème</sup> mois, comme montre la figure 9.

D'après la figure 9, les taux du lactose sont légèrement inférieures aux normes [(30-40g/l) vs (47-52 g/l) ([Snappe et al 2010](#))].

#### ❖ Matière sèche totale

On a enregistré des fluctuations au cours des 3 mois avec un pic significatif lors du premier prélèvement du 3<sup>ème</sup> mois (figure 9).

Le journal officiel de la république Algérienne rapporte que la teneur en matière sèche totale du lait reconstitué partiellement écrémé doit être comprise dans l'intervalle 107-112 g/l ([JORADP. 1993](#)). D'après les résultats indiqués dans la figure 9 nous observons que toutes les valeurs moyennes de la teneur en matière sèche totale sont inférieures aux normes (60-66 g/l).

Cette variation de la teneur en matière sèche totale est peut être due à une réduction/augmentation de la quantité de la poudre de lait (entier ou écrémé) lors de la reconstitution du lait.

#### ❖ Protéines

Selon les résultats obtenus, le taux des protéines sont légèrement inférieures aux normes [(20-30 g/l) vs (30-40 g/l)].

D'après les résultats illustrés dans la figure 9 on a enregistré des fluctuations au cours des 3<sup>ème</sup> mois avec un pic significatif lors du 1<sup>er</sup> prélèvement du 3<sup>ème</sup> mois ( $p < 0.05$ ).

#### ❖ Taux de l'eau

Pour le taux d'eau même constat où on a enregistré des fluctuations au cours des 3 mois, avec une baisse significative lors du 5<sup>ème</sup> prélèvement du 3<sup>ème</sup> mois ( $p < 0.05$ ) (figure 9).

#### ❖ Température

Selon les résultats obtenus, la température du lait est conforme aux normes qui se situent entre 4 à 6 °C.

D'après les résultats illustrés dans la figure 9 on a enregistré des fluctuations au cours des 3 mois avec une variation significative lors du 5<sup>ème</sup> prélèvement du 3<sup>ème</sup> mois ( $p < 0.05$ ).

Notre analyse montre que les variations ou fluctuations significatives enregistrées sur les trois mois pour : le taux du lactose, la matière sèche totale, les protéines, l'eau et la température dépendent du processus de fabrication et/ou de l'équipement de mesure.

L'autre type de variation pour l'extrait sec dégraissé, le taux du lactose, la matière sèche totale et le taux de protéines (par rapport aux normes) montre aussi que ces variations sont probablement dues à un dysfonctionnement dans le processus de fabrication et/ou de l'équipement de mesure.

### **3.3. Analyses bactériologiques**

Après incubation à 37 °C pendant 24 h, on réalise une pré-identification (dénombrement, couleur, contour et aspect des colonies).

#### **❖ Pour LPC**

L'apparition des 4 colonies blanchâtres, lisses et à contour irrégulier dentelé sont des lactobacillus. On multiplie le résultat  $\times 4$ . Donc  $4 \times 4 = 16$  colonies/ml.

**Figure 10 : Dénombrement de la flore totale (LPC)**



#### **✓ Pour le lait cru**

L'apparition de plus de 24 colonies. Donc  $24 \times 4 = 96$  colonies/ml.

**Figure 11 : Dénombrement de la flore totale (lait cru)**



Les produits analysés sont de qualité bactériologique satisfaisante (le seuil d'identification est  $3 \times 10^4$ ), et ainsi ils sont déclarés propre à la consommation selon l'arrêté du 24/01/1998 relatif aux spécifications microbiologique des denrées alimentaires ([JORADP. 1998](#)).

#### **4. Conclusion**

La reproductibilité reste un enjeu majeur dans l'industrie alimentaire. Dans notre étude nous avons évalué la reproductibilité des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques d'une marque de lait (cru et pasteurisé conditionné) commercialisé dans l'est Algérien (SAFIA) sur une période de trois mois.

Les résultats des analyses physicochimiques ne répondent pas toutes aux normes et varient légèrement en fonction du temps. Cela est probablement à cause :

- Des problèmes d'alimentation des vaches laitières, pour le lait cru.
- Des dysfonctionnements dans le processus de fabrication et/ou d'un équipement de mesure pour le LPC.

Les résultats préliminaires de notre analyse microbiologique montre que le lait SAFIA est déclaré propre à la consommation.

## **Références bibliographiques**

- Aboutayeb R. 2005. Technologie du lait et dérivés laitiers.
- Adrian J. 1973. *Valeur alimentaire du lait*. pp.229.
- Adrian J, Potus J, Frangne R. 2004.
- La science alimentaire de A à Z*. pp. 79 (477 pages).
- AFNOR. 1985. *Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques*. pp. 107-121-125-167-251(321 pages).
- Alais C. 1984. *Science du lait, Principe des techniques laitières*. pp. 807.
- Andre E. 1975. *Le lait et l'industrie laitière* . pp. 126.
- Carole LV. 2002. *Science et technologie du lait: transformation du lait*.
- Codex-Alimentarius. 1999. Norme Générale Codex Pour L'utilisation De Termes De Laiterie.
- Dalgeish D, G. . 1982. *Milk protéines, chemistry and physics*. pp. 155.
- Debry G. 2001. *Lait, nutrition et santé*. . pp. 566.
- Dieye PN. 1992. *Laits de consommation commercialisent sur le marché dakarois : conformité à la réglementation National et Internationale*. Dakar.
- FAO. 2010. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine- Laits de consommation.
- Gaucheron. 2004. *Minéraux et produits laitiers*. pp. 783 (922 pages).
- Goursaud J. 1985. *Composition et propriétés physico-chimiques du lait"*. P15, P 3-4. P164, 71, 74.
- Hoden., Coulon. 1991. Composition chimique du lait.
- Jacquinet M. 1986. Le point sur les mini laiteries: petites unités industrielles de transformation du lait.: Paris France.
- Jaque P. 1998. *Alimentation et santé*. pp. 540.
- Jaques M. 1997. *Initiation à la physicochimie du lait*.
- Jean C, Dijon C, eds. 1993. *Au fil du lait*.

- Jeantet R, Croguennec T, Schuck P, G. B. 2007. *Science des aliments biochimie, microbiologie, procédés et produits*. pp. 456 pages.
- JORADP. 1993. Spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.
- JORADP. 1998. Spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
- Lacroix M. 2015. Étude de répétabilité et de reproductibilité. ed. A Editions
- Larousse-agricole. 2002. Lait.
- Luquet F, M., Bonjean-Linczowski Y. 1985. *Le lait de la mamelle à la laiterie in lait et produits laitiers Vache- Brebis- Chèvre*. . pp 1-15.
- Pereira PC. 2014. Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition* 30: 619-27
- Pointurier H. 2003. *La gestion matière dans l'industrie laitière*. pp. 64 (388 pages).
- Roy G. 1951. *Technologie laitière*. pp. p34, p59.
- Snappe JJ, Lepoudere A, Sredzinski N. 2010. Protéines laitières.
- Thapon JL. 2005. *Science et technologie du lait*. pp. 14(77 pages).
- Thieulin G, Vuillaume R. 1967. *Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des oeufs*. 71-73(388 pages).
- Ubifrance. 2014. Importante hausse des importations de lait durant les 4 premiers mois de 2014.
- Vignola C. 2002. *Science et technologie de lait*. pp. 70.
- Whitney R, Brunner J, R., Ebner K, E., Farrell H, M. 1976. *Nomenclature of the proteins in cow's Milk*. pp. 815.
- Wolter S. 1997. *Hand book of milk*. pp. 30.