

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DES PROCÉDES



MÉMOIR

En vue de l'obtention du diplôme de Master
Filière : Génie des Procédé
Spécialité : Génie chimique

Présenté par :
Khaoula Ghoul
Meriem Djedira

Thème

**Procédés de préparation et technique d'analyse
du lait pasteurisé (unité Touggourt)**

Devant le Jury composé de :

Mr. SIBOUKRE H Président

Mr. TABCHOUCHE A Examineur

Mr. ACHI F Encadreur

Soutenu le : 06/07/2019

Année universitaire : 2018/2019.





Remerciement



Tout d'abord, nous remercions Allah tout puissant. Nous voudrions également exprimer notre sincère gratitude aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

*Ainsi à notre promoteur, **Dr. ACHI FETHI.***

Pour sa surveillance, sa patience, sa compréhension et ses précieux conseils.

Nous adressons également notre sincère remerciement au directeur de l'usine L'Aaila pour sa gentilles, d'accepter la mise en œuvre de notre stage au sein de l'usine et également un grand merci à l'ingénieur, CHAFOU pour avoir nous aider durant notre stage.

Enfin, pour tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, qu'ils trouvent ici toute notre sympathie et notre profonde Respect et appréciation.



Dédicaces

Je suis entouré de fatigue et d'insomnie, mais les gouttes d'encre seront pleines de joie et de joie à l'aube nouvelle de ma vie.

Ici, je vais mettre des mots pour tous ceux qui ont laissé une empreinte digitale dans mon travail, et je suis sous-exposé et profondément impliqué dans l'expansion de mes mots d'esprit et d'esprit.

Pour tous ceux qui pensent que je ne suis pas seule dans ce monde

Différent :

À ma mère, *NABIHA* ce qui était une bonne chose dans mon voyage. Merci.

À mon père *ALI*, qui m'a appris quand le soleil était obscurci
a bougie devrait s'allumer et ne pas maudire les ténèbres.

Merci pour votre soutien.

À mes frères, *Chifa, Abd Karim* et *Mohammed Al-Tayeb*. Qui ont contribué à ma motivation et à mes encouragements de toutes les manières.

J'adresse mes salutations chaleureuses et une symphonie à *mon fiancé Adlan*, qui m'a toujours soutenu dans les moments de faiblesse avec les mots et les expressions qui me motivent à poursuivre mon voyage.

À l'oncle *Yousef*, Dieu vous récompensera bien.

À *Safaa Karbousa*

Et *Fatima* à mon

amie *Chifa* et à

mon chère amie

Meriem.

Khaoula

Dédicace

Je dédie cet humble travail à mon cher père, "**MED TADJINE**" et à ma mère bien-aimée, "**SOUAD**" Mes frères et sœurs "**Nassreddin, Aziz, Abdel Salam, Alaa Eddine, Youssef, Siham Aziza, Inas, Nour El Eman**"

À tous mes oncles **Mohamed El Eid, Ibrahim, El Saghir, Mahdi**

et mes sœurs Zahra, Rahima, Saida, Dalila, Samira et oncle Moussa

Merci pour vos conseils et vos encouragements et à tous les membres de ma famille et mes grands-parents particulièrement à notre

Enseignant superviseur "**Dr. ACHI FETHI**" Ainsi au

Professeur Wali "**Maatallah Belkacem, Chafou**" À tous les amis et nos proches "**Nassima, Nour Al Houda,**

Mira, Nabila, Hayat, Ikram, Fatima, Sara,

Requaia, Bouthaina, Nadjia, Dalale,

Fatiha" Mon Amie **Khaoula** toute sa

Famille j'espère que fera de mon

travail un bénéfice Bénéfique

Pour tous les étudiants

qui viennent d'obtenir

leur diplôme.

MERIEM...

Liste d'abréviation

ABS : Absence.

AFNOR : Association Française De La Normalisation.

Chigella.

t : temps.

VP : Valeur **BLBVB** : Bouillon Lactosé Bilié Au Vert Brillant.

°C : Degré Celsius.

CF : Coliformes Fécaux.

CIP: Cleaning In Place

CT: Coliforms Totaux.

°D : Dornic.

ECH : Echantillons.

EST : Extrait Sec Total.

FMAT : Flore Total aérobie Mésophile.

HT: Taux d'Humidité.

HTST: High Temperature Short Time.

J.O.R.A : Journal Officiel de la République Algérienne.

LPC : Lait Pasteurisé Conditionné.

LTLT : Low Température Longe Time.

MG : Matière Grasse.

ONIL : Office Nationale Interprofessionnel de Lait et Produits Laitière.

PCA : Agar Count Plate.

PDG : Président-Directeur Général.

QODL : Qualité Organoleptique Du Lait.

S : Seconds.

SM : Solution Mère.

SS : Salmonella De Pasteurisatrice.

Liste de figures

Figure	Titre	Page
01	Diagramme de fabrication de lait en poudre	07
02	Les types de lait	09
03	Caractéristique de lait organoleptique	10
04	équipements de pasteurisation basse	17
05	échangeur de chaleur tubulaire	20
06	échangeur de chaleur à plaque	21
07	Modes de circulations de fluides dans échangeur	22
08	Pasteurisateur à plaque	24
09	Cuve de stockage de produit fini	25
10	La chaudière	26
11	Capteur de potentielle d'eau froide	27
12	Système de refroidissement	28
13	Capteur de température de pasteurisation	28
14	Circulation des fluides (eau chaud, froide, lait)	31
15	PH-Mètre	36
16	Mesure l'acidité	37
17	Mesure la densité du lait par lactodensimètre	38
18	Butyromètre	39
19	Préparation de solution mère et dilution	43
20	Dénombrement de la flore aérobie mésophile de poudre de lait	45
21	Préparation de dilution	47
22	L'ensemencement par PCA	47

23	Dénombrement de coliformes fécaux et coliformes totaux	48
24	Recherche de staphylocoque	49
25	Procédés expérimentaux	49
26	Variation de PH pour différents échantillons de lait pasteurisé	52
27	Variation de l'acidité pour différents échantillons de lait pasteurisé	52
28	La variation de densités pour échantillon de lait	53
29	Teneurs moyenne de matière grasse des échantillons analysés	55
30	Teneur en Extraie sec total des échantillons analysés	56

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Spécification technique de la poudre 26 %.	05
2	Spécification technique de la poudre 0 %.	05
3	Composition générale du lait.	06
4	Avenages et inconvenantes de la pasteurisation.	18
5	Étape de nettoyage et de stérilisation des équipements.	33
6	Caractéristiques des échangeurs analysés (poudre fini).	35
7	Matériel et produit utilisé.	36
8	La composition de gélose CHAPMAN.	41
9	La composition de gélose SS.	42
10	La composition de gélose BLBVL.	42
11	Résultat d'analyse physico-chimique de la poudre de lait.	50
12	Résultat d'analyse microbiologie de poudre de lait.	51
13	Résultat d'analyse microbiologie du lait pasteurisé conditionné.	57

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

En Algérie, l'industrie laitière occupe une place très importante à cause de la consommation journalière de ce produit. La consommation du lait en Algérie est très importante par rapport aux quelques pays africains, avec une consommation locale d'environ 3 milliards de litres par année et une production locale de 2,2 milliards de litres, dont 1,1 lait en poudre [1]. Ces dernières années, les importations de lait en poudre d'Algérie ont atteint environ 175 tonnes par année, et la consommation environ 5 millions de litres par jour, selon l'organisation de la protection des consommateurs. Le lait entier pour déjeuner apporte une contribution importante aux vitamines, au calcium et au phosphore [2]. On trouve plusieurs types de lait divisés en fonction du traitement thermique.

L'importance du lait et la garantie de sa production de manière sûre, soumise à plusieurs traitements, peuvent être refroidies ou chauffées, comme la pasteurisation.

La pasteurisation est un processus de traitement thermique conçu pour éliminer les microbes et prolonger la durée de conservation, il a été découvert par Louis Pasteur en 1862 sous son nom. Le contrôle de l'efficacité de la pasteurisation se base sur la recherche de la phosphatase alcaline qui est une enzyme thermolabile inactivée par un chauffage à une température supérieure à 60°C.

Le lait pasteurisé est le lait le plus consommé, c'est-à-dire que le lait ayant subi un traitement thermique à différentes températures varie en fonction de la période de pasteurisation. Ce lait se caractérise par sa capacité à conserver toutes les propriétés nutritionnelles du lait [3].

Ce mémoire vise donc à étudier les étapes de préparation de lait pasteurisée au sein de l'unité de l'Aaila située à Touggourt-Ouargla, et d'examiner sur l'effet de la pasteurisation sur la qualité physico-chimique du lait.

L'étude comprend trois parties dont la première est une synthèse bibliographique sur la situation de l'industrie laitière en Algérie et des généralités sur le lait, et sur l'analyse de ses propriétés physico-chimiques.

La deuxième partie traite les différents types de traitement de lait. Nous avons également défini tous les équipements et discuté toutes les méthodes nécessaires pour la préparation de lait au sein de l'unité d'Aaila (Touggourt).

Introduction générale

Dans la troisième partie, nous avons expliqué le matériel et les méthodes utilisés pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait au niveau de l'unité L'Aila. Les résultats obtenus pendant le stage effectué à l'unité de l'Aila sont discutés et analysés.

A la fin de ce travail, nous terminons avec une conclusion qui résume l'essentiel de notre étude.

Chapitre 1
Généralités sur la production
du lait

Généralité sur la production de lait

I.1.Introduction

La production du lait dans le monde a atteint 818 milliards de litre. En 2015, soit 26 tonnes de lait produites [4]. L'Asie joue un rôle majeur dans la croissance de la production mondiale de lait de 7 millions de tonnes de lait en 2017 (+ 2 % par rapport à 2016), notamment en Inde avec 6 millions de tonnes de lait en 2017 (+ 4 % par rapport en 2016) [5].

En Algérie, environ 20 % de la production de lait en poudre importée dans le monde et mise sur le marché extérieur, ce qui représente un soutien gouvernemental d'environ 46 milliards de dinars pour la production, la transformation, où la production mondiale a explosé en 2015/2014 a entraîné une réduction du prix du lait de 15 00 à 5000 dollars. Il y a d'autres raisons non techniques. L'Algérie a été réduite de près de moitié, passant de 6 millions de litres à environ 3 millions de litres [6].

En 2017, la production nationale de lait en Algérie a atteint 3,52 milliards de litres, dont plus de 2.58 milliards de litres de lait de vache équivalent à 73%, selon la déclaration du ministère de l'Agriculture [7].

Tous les observateurs du secteur ont convenu que la production nationale réduisait les importations de lait en poudre, mais qu'en Algérie, la quantité de lait produite annuellement ne peut pas satisfaire la demande nationale à l'heure actuelle. La production nationale de lait de vache a été réduite de 35 % à 25 % [8].

La première usine de produits laitiers a été créée au niveau de la willaya de Ouargla été en 2011 dans la municipalité d'Al-Zawia Al-Abedieh, dans la zone industrielle du nord-est, où la capacité est estimée à 18000 litres par jour.

I.2.Définitions

I.2.1. Lait : Le lait est un mélange liquide de nombreuses substances dont la plus abondante est l'eau [9]. Le lait est un produit caractérisé par ses propriétés physiques et chimiques et connu pour sa structure complexe, il est utilisé pour répondre aux besoins du consommateur en énergie et en nutrition [10]. Le lait joue un rôle important dans le corps humain car il contient un grand nombre de calories, de sorte qu'un litre de lait en contient 750calories, c'est un élément de grande valeur pour sa source de calcium et de graisse et bonne source de vitamines [11].

I.2.2. Poudre : Le lait en poudre est un produit naturel issu du processus d'évaporation partielle de l'eau. La poudre du lait est divisée en trois types selon le taux de matière grasse en : poudre de lait entier, poudre de lait partiellement écrémé, et lait écrémé [12].

Généralité sur la production de lait

- **Lait entier** : est une poudre contenant au moins 26 % de matière grasse. Il peut consommer sous forme de lait reconstitué après avoir ajouté de l'eau à la poudre.
- **Lait partiellement écrémé** : il est caractérisé par une proportion de la matière grasse ne dépassant pas 26 % et supérieure à 1,5 %.
- **Lait écrémé** : préparé en utilisant une poudre qui contient une proportion de la matière grasse ne dépasse pas 1,5 % et est consommée sous forme de lait reconstitué.

I.2.2.2. Caractéristiques de la poudre utilisée dans l'unité

Le lait est importé dans l'unité d'Aaila par une entreprise agréée par l'Office National Interprofessionnel de Lait et de Produits Laitiers, Ses dérivés dont la source varie en fonction du pays d'origine [13]. Parmi les espèces que nous avons touchées sont les poudres d'URUGUAY, de POLOGNE, de Nouvelle-Zélande, leurs qualités sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Spécification technique de la poudre du lait utilisé par l'unité Aaila (26 % MG).

Caractéristiques	Valeurs
Poids brut	25,35 KG
Poids net	25 KG
Pays d'origine du produit	OURGUAY
Date de péremption	11 moins
Code usine de fabrication	UY-116
Nom ou raison sociale du vendeur	INTERFOOD B.V.
Nom ou raison social du fabricant	Coopérative National de Production de lait

Le tableau ci-dessous montre la spécification technique de la poudre de lait qui ne contient pas de la matière grasse (0 %).

Tableau 2 : Spécification technique de la poudre du lait utilisé par l'unité Aaila (0 % MG)

Caractéristiques	Valeurs
Poids brut	25.35 Kg
Poids net	25 Kg
Pays d'origine du produit	POLOGNE
Date de fabrication	01/03/2018
Date d'expiration	01/02/2019
Code usine de fabrication	PL20631602WE
Nom ou raison sociale du vendeur	RUMI SARL

I.2.2.3. Caractères influençant sur la qualité de la poudre

Le lait en poudre doit avoir une qualité physique et microbiologique, et cette qualité ne peut être compensée avec des additifs ou d'autres substances. La poudre de bonne qualité se caractérise par :

Généralité sur la production de lait

- La capacité à se régénérer pour obtenir un liquide homogène.
- Manque de saveurs et d'additifs.
- Absence de bactéries pathogènes comme (salmonelles, staphylocoques).
- Absence de substances anormales (antibiotiques) et de résidus divers provenant des conditions de production, et la conservation du lait.

Ces qualités dépendent de la qualité du lait cru et du traitement thermique [14].

I.2.2.4. Méthode de transformation du lait en poudre

Le diagramme ci-dessous montre les étapes de transformation de lait en poudre :

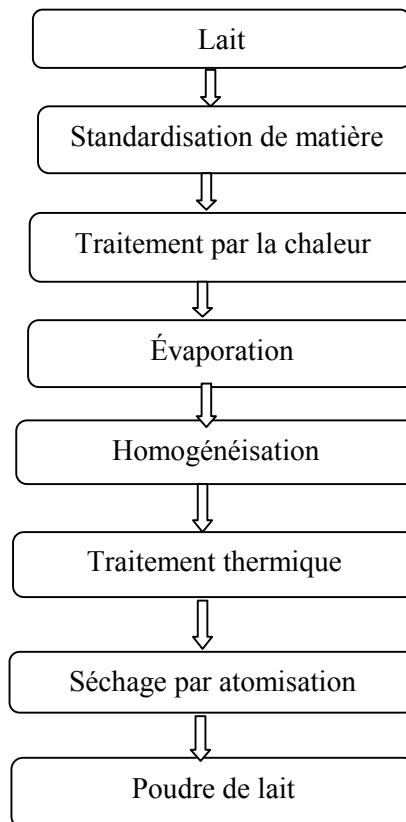


Figure 1 : Diagramme décrivant les étapes de transformation de lait en poudre [15].

Généralité sur la production de lait

I.3. Compositions du lait

Le tableau ci-dessous présente les principaux ingrédients du lait par ordre croissant :

Tableau 3 : Composition générale du lait [16].

Constituants majeurs	Variation 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

I.3.1. Minéraux

Le lait est la source principale de nombreux minéraux, notamment de calcium, de phosphore et de potassium [17]. Les minéraux dans le lait contribuent de manière significative à la nutrition [18].

I.3.2. Les vitamines

Sont des composés qui sont plus complexes et petite taille [19], et qui ont une particularité est leur capacité à se dissoudre dans l'eau ou dans les graisses et sont classés en deux types, vitamines hydrosolubles et vitamines grasses [20].

I.4. Différents types du lait

Le lait est à son tour divisé en deux types de base : le lait cru, sans traitement thermique, et le lait traité thermiquement, les deux étant définis comme suit :

I.4.1. Lait cru

Le lait cru est un produit très intéressant sur le plan nutritionnel, car il n'a été soumis à aucun traitement thermique pour assurer une meilleure conservation, sa production et sa commercialisation doivent être rigoureusement contrôlée en raison des risques qu'il est toujours en mesure de fournir pour la santé.

I.4.2. Lait traité thermiquement

Le lait traité thermiquement dépend du degré de traitement thermique, ce qui augmente la durée de conservation, il est classé en deux catégories :

- Lait pasteurisé.
- Lait stérilisé.

Généralité sur la production de lait

I.4.2.1. Lait pasteurisé

La pasteurisation est définie comme un traitement thermique capable de décomposer le facteur de transmission de la tuberculose pratiqué sur une plaque ou un tube, qui appartiennent à deux catégories :

- Lait pasteurisé conditionnel.
- Lait pasteurisé de haute qualité.

I.4.2.2. Lait stérilisé : Il se distingue du lait pasteurisé par sa durée de conservation, car il dure longtemps. Les bactéries sont éliminées de manière permanente à des températures pouvant atteindre 115 °C en 15 à 20 secondes [18].

I.4.2.3. Laits aromatisés : Ce sont tous les laits stérilisés auxquels des arômes autorisés sont ajoutés (notamment cacao, Vanille et fraise) [21]. La figure suivante (**Figure 2**) montre les différents types des laits :

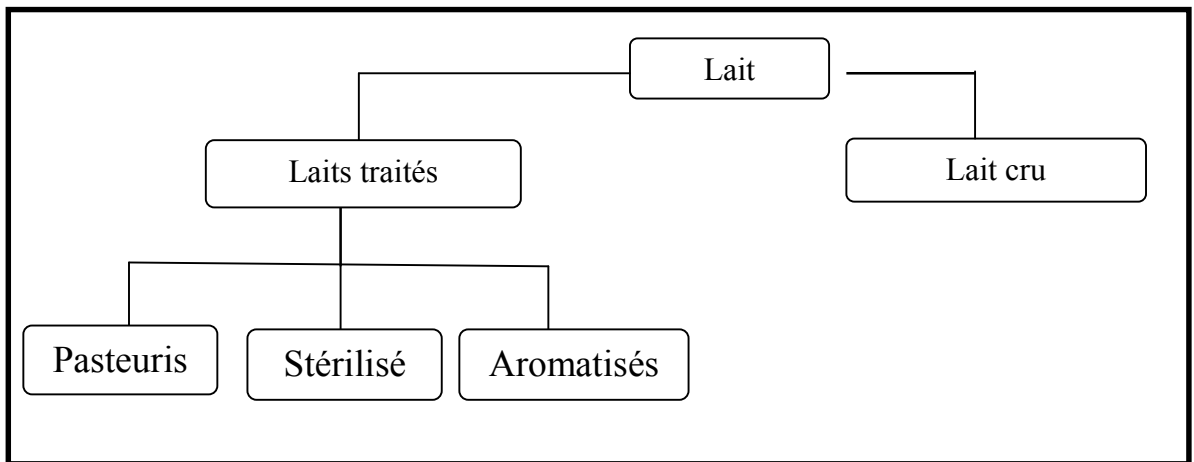


Figure 2 : Types de lait.

I.5. Propriétés physico-chimiques du lait

I.5.1. Masse volumique

La masse volumique du liquide est déterminée en divisant la masse du liquide par le volume de la masse pour une valeur de température données, est exprimée par unité Kg/m^3 , ou elle il est nécessaire de déterminer la température, par exemple le volume en masse du lait entier à 20 °C avec un moyenne de 1030 kg/m^3 [18].

I.5.2. Point de congélation

C'est degré de température ou le lait est en équilibre entre l'état solide et l'état liquide. La variation de la température de congélation est liée à l'acidité du lait et des additifs. Lors de

Généralité sur la production de lait

l'ajout ou de la formation d'autres composés, elle réduit le taux de congélation en raison de l'augmentation de la proportion de substances solubles qui sont contenues. Il est utilisé pour mesurer le degré de congélation du lait par appareil de Cryoscope [22]. La valeur moyenne est comprise entre -0,54 et -0,55 °C [23].

I.5.3. Point d'ébullition

C'est la degré de température ou le lait est en équilibre entre les états liquide et gazeux. La couleur du lait contient de nombreux composés. Le point d'ébullition de l'eau est de 100 °C et celui du lait est de 100,17 °C, 100,55 à la pression atmosphérique [24].

I.5.4. Acidité du lait

Le lait est caractérisé par la présence d'acidité, ce qui fait référence aux composants du lait qui s'y trouvent, tels que les minéraux et la protéine de caséine, qui est le composant le plus important des protéines présentes dans le lait, et à la présence de certains acides organiques. Les acides sont définis à partir de criblage par l'hydroxyde de sodium et la phénolphtaléine [25].

I.6. Qualité de lait

I.6.1. Qualité organoleptique du lait

Les caractéristiques organoleptiques du lait, sont évalués selon les quatre paramètres suivants : la couleur, la viscosité, la saveur, l'odeur.



Figure 3 : Caractéristique organoleptique du lait.

I.6.1.1. Couleur

La couleur blanche dans la nature apparaît dans les substances dont les molécules sont dispersées dans le matériau, de sorte que ces molécules puissent inverser uniformément

Généralité sur la production de lait

toutes les parties du spectre optique, ce qui se produit dans le cas où les particules de graisse et de fromage sont dispersées dans tout le lait et reflètent ainsi les parties du spectre optique [26].

I.6.1.2. Saveur : La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquant [27].

I.6.1.3. Odeur : En règle générale, le lait est semblable aux autres substances, car il contient des matières grasses. L'odeur du lait des animaux est liée à l'environnement de l'alimentation. L'acidification du lait se fait à l'aide d'acide lactique, ce qui lui donne une odeur aigre [28].

I.6.1.4. Viscosité

La viscosité est une caractéristique importante des propriétés des fluides, y compris le lait, et repose sur le principe de leur résistance à l'écoulement et de la résistance à la pression qui les oblige à s'écouler [12]. Le lait est caractérisé par une viscosité élevée car il est particulièrement affecté par les particules colloïdales et grasses [29].

I.7. Microbiologie du lait

I.7.1. Flore de contamination

Le lait contient plusieurs polluants avec des apports microbiens d'origines différentes :

- Fèces et intégration de l'animal : coliformes, tractus intestinal, antigènes, peut-être

Intestins pathogènes (Salmonella, Chigella, Jarsinia) ... etc.

- Air et eau : diverses plantes, dont Pseudomonas, bactéries sporulées, etc.

Matériel de traitement et stockage du lait : Micrococci, levure et lait lactique

Staphylococcus aureus, Streptococcus (Streptococcus, Staphylococcus aureus)

Leuconostoc, etc. Ces plantes sont souvent spécifiques à une plante.

I.7.2. Flore originelle du lait

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml). Il s'agit essentiellement de germes Saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques mais aussi streptocoques lactiques (Lactococcus) et lactobacilles. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées « lacténines » mais leur action est de très courte durée (environ 1 heure) [21].

Généralité sur la production de lait

I.8. Valeur nutritionnelle du lait

Le lait contient des vitamines essentielles pour le bon fonctionnement du corps humain, il contient aussi, des protéines et du lactose :

I.8.2. Lactose

Le lactose est un composant majeur du lait en poudre, car il améliore l'absorption du calcium et des substances azotées [17].

I.8.3. Protéines

Lait contient en 8 à 10 acides aminés essentiels, notamment la lysine, la thréonine et l'histidine, principalement chez les nourrissons et la méthionine chez les personnes âgées. Ainsi, le lait est le complément idéal pour les céréales.

I.8.4. Matière grasse

La consommation de matières grasses dans le lait est essentielle dans le régime alimentaire, qui fournit 48 % de la valeur énergétique du lait entier. Ces matières grasses dérivées du lait ne soulèvent aucune objection à un régime particulier [20].

Chapitre 2

Procédés de préparation du lait pasteurisé

II.1. Présentation de l'organisme d'accueil

Laiterie Aaila est une société créée en 06/12/2011, elle se situe à la zone industrielle à Zaouia EL Abidia dans la région de Touggourt wilaya Ouargla. Les principaux produits de la laiterie sont :

- Le lait pasteurisé conditionné en sachets d'un litre (Aaila).
- Le lait fermenté pasteurisé, conditionné en sachets d'un litre (L'BEN).
- Boisson aromatisé
- Lait de vache entier pasteurisé.

II.1.1. Organisation de l'unité de laitière Aaila

La laiterie d'Aaila est gérée par un directeur qui dirige les différents services incluant l'administration générale, service technique et commercial. L'entreprise fonctionne avec un effectif total de 10 personnes, sa production journalière est de 18000 litres de lait pasteurisé selon les renseignements recueillis auprès de l'administration. L'usine est subdivisée en deux milieux :

A- Milieu externe : Contient la chaudière, la bache à eau, le groupe de froide

B- Milieu interne : Contient les éléments suivants :

- Bureau
- Laboratoire
- Les chambres de stockage de la matière première
- Les chambres de stockage de produit finis (Chambres froide)
- La salle de production

II.2. Lait pasteurisé conditionné

Le lait pasteurisé est chauffé à une température constante sans être bouilli puis refroidi directement, c'est-à-dire que le lait est soumis à un traitement thermique de 63 à 65 °C pendant une demi-heure, de sorte que le lait soit stérilisé lentement, ses propriétés peuvent également être portées à 72 °C pendant un quart d'heure. Le lait aide à maintenir ses propriétés et sa couleur. Le lait est ensuite refroidi directement à 4 °C pour arrêter la croissance de bactéries qui se développent à des températures élevées.

II.3. Les techniques de traitement du lait

II.3.1. Traitements thermiques

Les traitements thermiques sont utilisés dans l'industrie alimentaire pour contrôler leur conservation, en particulier la qualité des produits. Son rôle est limité à l'élimination des formes végétales d'agents pathogènes et de la plupart des facteurs non pathogènes, ou à la « stérilisation » lorsque le traitement élimine toutes les bactéries. Ces traitements de stérilisation sont appliqués à très faibles doses pour maintenir la qualité sensorielle des produits et conduire à la destruction incomplète des micro-organismes [30].

II.3.1.1. La pasteurisation

La pasteurisation est un nom dérivé du nom du biologiste et chimiste Louis Pasteur, où il prouva que la croissance de microorganismes dans différents liquides était la cause du processus de fermentation, le manque de contact avec les fluides alimentant le milieu extérieur ne conduit à la croissance de rien dans le liquide.

Pasteur expliqua que des boissons étaient la cause de la croissance des germes, c'est ainsi que le procédé de pasteurisation a été découvert pour éliminer la plupart des bactéries qu'il contient [31].

II.3.1.1.2. Définition

La pasteurisation est un terme qui exprime le traitement thermique attribué à la destruction des microorganismes pathogènes. Le processus consistant à chauffer le lait à une température suffisante pour éliminer le germe de tuberculose, qui est l'une des bactéries les plus pathogènes du lait, ne doit pas endommager les propriétés physiques et chimiques ni la valeur des aliments (OMS, 1954).

II.3.1.1.3. Objectif

La pasteurisation a pour objectif de :

- Élimination de tous les microorganismes pathogènes qui se trouvent dans le lait en raison d'un manque de nettoyage.
- Éliminer les bactéries non pathogènes qui peuvent causer un changement mineur.
- Prolonger le temps de conservation pendant une longue période pour assurer la consommation et la distribution [32].

II.3.1.1.4. Types de pasteurisation : On distingue trois techniques de pasteurisation selon le degré de température utilisée et selon le temps de chauffage.

II.3.1.1.4.1. Pasteurisation basse (62-65 °C/30min)

Le traitement thermique s'effectue à température de 63 °C pendant 30 minutes, cette méthode est également connue sous le nom de LTLT (Low Température Long Time). Le chauffage est effectué par des échangeurs de chaleur entre eau ou vapeur et le produit [33]. C'est une méthode lente et discontinue, mais qui présente l'avantage de ne pas modifier les propriétés du lait.

II.3.1.1.4.1.1. Matériels utilisés

- **Cuve à double paroi :** Ces pasteurisateurs sont essentiellement constitués par une cuve à double paroi conditionnée. C'est une cuve cylindrique contenant deux parois internes et externes entre lesquelles se trouve un vide qui porte le lait (**Figure 4**). Le mur est en acier inoxydable et la surface extérieure en fer ordinaire est raccordée à la source d'eau chaude ou au processus de refroidissement.
- **Agitateur :** Il a une forme d'un ventilateur conçu pour mélanger les matières premières.
- **Pompe :** Pour transférer la matière première à l'unité de pasteurisation.
- **Appareils de mesure de la température :** Cet outil est sous la forme d'un pointeur relié à une ampoule située dans le produit en acier non résistant, ces dispositifs peuvent lire et contrôler les variations de température pendant le chauffage.
- **Unité d'emballage :** Après le processus de refroidissement, le produit est transféré dans les unités d'emballage.
- **Chambre froide :** Le matériel réfrigéré doit être conservé dans des locaux réfrigérés à une température de 4 °C.



Figure 4 : Équipements de pasteurisation basse [34].

II.3.1.1.4.2. Pasteurisation haute (71-72 °C/15-40 S) ou HTST

La pasteurisation haute n'a que peu d'effets au niveau biochimique, la phosphatase alcaline est détruite, par contre la peroxydase reste active et les taux de dénaturation des protéines sériques et des vitamines sont faibles. La DLC (date limite des laits consommation) ayant subi une pasteurisation haute est de sept jours après conditionnement. Cette méthode est appelée HTST (High Temperature, Short Time) [35].

II.3.1.1.4.2.1. Matériels utilisés

- **Réservoir** : doit être fabriqué en fer non abrasif et doit ajuster le niveau de matériau.
- **Echangeur de chaleur** : est un appareil dans lequel le processus de chauffage et de refroidissement est exécuté. Il comprend une partie chauffante, une partie refroidissante et un élément chauffant.

Il doit se présenter sous la forme de feuilles en fer non abrasif entre une valve et séparé par un morceau de matériau plastique caractérisé par une non absorption d'humidité et destinés à assurer le passage du matériau chauffé ou froid et du matériau tel que le lait pasteurisé.

- **Pompe** : Sert à extraire le matériau d'alimentation du réservoir en appuyant sur la partie chauffante en moins de 15 secondes, généralement dans le cas de pompes centrifuges car elles ne sont pas à haute pression [34].

II.3.1.1.4.3. Flash pasteurisation (85-90 °C) : Elle est pratiquée sur les laits crus de qualité moyenne, la phosphatase et la peroxydase sont détruites [35].

II.3.1.1.5. Barème de pasteurisation

Les barèmes de pasteurisation sont définis par des couples température/temps, donc l'importance des changements provoqués augmente avec la durée et la température du traitement thermique, mais il dépend également de la sensibilité spécifique à la chaleur de chacune des composantes du lait [16]. Nous utilisons une valeur arithmétique appelée la valeur de pasteurisation, qui est symbolisée par le symbole VP. La VP est le temps, à 70 °C, correspondant à la même efficacité que le barème utilisé.

$$VP = t \bullet 10^{T-70/10}$$

Par exemple, une VP de 100 peut correspondre théoriquement à :

- un traitement de 100 minutes à 70 °C.
- un traitement de 10 minutes à 80 °C.
- un traitement de 1 minute à 90 °C [36].

II.3.1.1.6. Avantages et inconvénients de la pasteurisation

La pasteurisation est un processus essentiel dans l'industrie laitière et présente certains inconvénients ainsi que des avantages sont représentés dans le tableau suivant (Tableau 4)

Tableau 4 : Avantages et inconvénients de la pasteurisation [37].

Avantages	Inconvénients
- Traitement thermique doux (70 °C- 80 °C) pendant 30 min. -Éliminer les bactéries pathogènes pour les maladies. -Le gout et la valeur nutritive de l'aliment se rapprochent avant et après la pasteurisation.	-L'aliment qui a subi la pasteurisation ne se conserve que d'une façon limitée et il doit se conserver au frais, c'est-à-dire au maximum une semaine avant ouverture de l'emballage et 3 jours après l'ouverture.

II.3.1.1.7. Contrôle d'efficacité de pasteurisation

L'efficacité de la pasteurisation est basée sur la présence de l'enzyme phosphatase alcaline, qui inhibe sa fonction à la température appropriée 60 °C pour le processus de traitement. Par conséquent, l'absence d'enzyme phosphatase dans le lait indique que le processus de fécondation s'effectue correctement et que la température utilisée est suffisante pour détruire la plupart des organismes existants [38].

II.3.1.2. Stérilisation

La stérilisation est un processus en monothérapie conçu pour éliminer complètement les micro-organismes et pour inhiber l'activité enzymatique. A une température de plus de 100 °C et ce degré assure l'élimination finale des microbes existants [39].

II.4. Différence entre la pasteurisation et la stérilisation

Il est connu que le traitement thermique est effectué selon différentes techniques, que nous avons abordées dans notre sujet, la technique de pasteurisation et la stérilisation. Les deux technologies utilisent la chaleur comme source d'énergie principale.

Après l'étude, il a été constaté que malgré leur participation à la source, il existe de grandes différences entre elles sont :

- Les produits stérilisés ont une durée de vie plus longue que les produits pasteurisés
- La pasteurisation est effectuée à une température ne dépassant pas de 100 degrés celle de la stérilisation inversée, qui varie de 110 °C à 120 °C.
- La même stérilisation peut détruire des cellules pour de nombreux microorganismes
- La pasteurisation fraîche à basse température n'affecte pas les propriétés des substances contrairement à la stérilisation [40].

II.3.1.2. Traitement du lait par le froid seul

II.3.1.2.1. Réfrigération

Le processus de refroidissement est important pour la conservation des matériaux lorsque ceux-ci sont exposés à des températures d'environ 0 °C, c'est-à-dire qu'ils dépassent le point de congélation des substances dans le cas des liquides [41].

II.3.1.2.2. Congélation

Est une technique de conservation du lait à long terme qui est plus efficace que le refroidissement. Le résultat de ce processus de cristallisation de l'eau des matériaux dans la

glace, ce qui entraîne une faible proportion d'eau. Le processus de congélation dépend également de :

- Température ambiante.
- Type de matériel.
- L'efficacité du processus de congélation et du système utilisé.
- Mouvement et circulation d'air [42].

II.4. Échangeurs de chaleur

II.4.1. Définitions d'un échangeur de chaleur

Les échangeurs de chaleur sont des équipements utilisés dans des installations industrielles pour transférer de la chaleur entre un liquide chaud et froid [43]. Le processus d'échange nécessite que la température entre les liquides soit différente dans le sens où l'un d'eux parle de basse température ou autrement dit du changement de température exprimé par (Δt) [44]. Afin de garantir le progrès et l'encouragement des échanges, le matériel constitutif doit être aussi connecté que possible.

II.4.2. Fonctionnement d'un échangeur thermique

L'échangeur de chaleur permet le transfert de chaleur entre deux liquides sans les mélanger en les séparant par une paroi généralement en cuivre, en aluminium ou en acier inoxydable [45]. La qualité de l'échangeur dépend de plusieurs facteurs essentiels, notamment le type de liquide, la vitesse du liquide et la différence de température entre le liquide. Pour améliorer la qualité de l'échangeur, il est conseillé d'augmenter la vitesse du liquide [46].

Généralement, dans les échangeurs de chaleur, les liquides s'écoulent soit devant le courant, c'est-à-dire (le premier en haut, le second en partant du bas) ou le premier en travers, cela permet d'améliorer le transfert de chaleur en relation avec le développement du même courant. Le liquide avance dans le même sens [42].

II.4.3. Types des échangeurs de chaleur

II.4.3.1. Echangeur de chaleur tubulaire

C'est un appareil constitué d'un groupe de tubes disposés dans un boîtier appelé calendrier. Le fluide circule dans deux directions, l'une tournant à l'intérieur des tubes et l'autre à l'intérieur du réseau autour des tubes. Le réseau fournit également un accès et une sortie pour l'autre liquide en dehors des tuyaux dans le chemin imposé par les barrières.

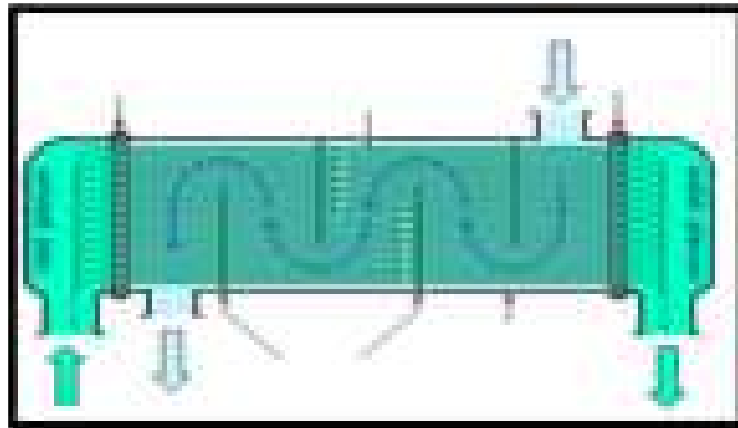


Figure 5 : Échangeur de chaleur tubulaire [47].

II.4.3.2. Échangeur de chaleur à plaque

Ces échangeurs sont les plus largement utilisés dans l'industrie, est un ensemble de feuilles. Des plaques caractérisées par leur forme circulaire, ce qui permet la création d'un écoulement turbulent et assure un meilleur transfert de chaleur. Le nombre de plaques est lié à la taille de l'échangeur. Plus le nombre de plaques est élevé, plus il est capable de traiter de grandes quantités de liquides [46].

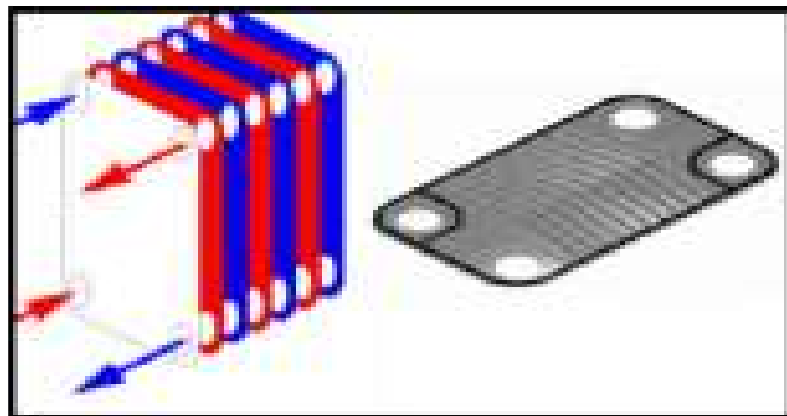


Figure 6 : Échangeur de chaleur à plaque [47].

II.4.4. Types d'échangeurs de chaleur selon mode de circulation

Les échangeurs de chaleurs se diffèrent selon le mode de circulation des fluides, on distingue les échangeurs de chaleurs à co-courant, ou à contre-courant.

II.4.4.1. Échangeurs à co-courant : Dans cet échangeur, le fluide (chaud ou froid) et le produit circulent dans le même sens.

II.4.4.2. Échangeurs à contre-courant : Le fluide (chaud ou froid) et le produit circulent en sens inverses (**Figure 7**) [48].

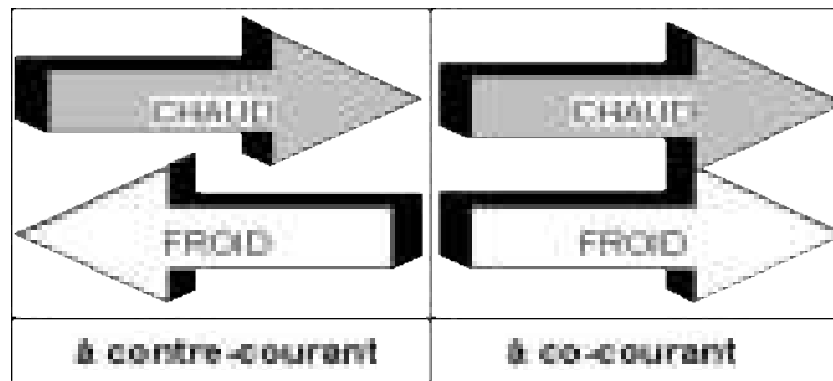


Figure 7 : Circulations de fluide dans un échangeur de chaleur [49].

II.5. Matériels utilisé à l'unité de production de la société d'Aaila

II.5.1. Pasteurisateur

Le pasteurisateur de la société de Aaila est un échangeur de chaleur qui constitué d'un faisceau du plaque, l'efficacité de cet échangeur est d'environ 80 %, Il est fabriqué en acier inoxydable.

II.5.1.1. Section de pasteurisateur

Il est doté des composants quatre sections comme suivant :

- **Section de récupération de chaleur :** Dans cette section, une grande partie de l'énergie n'est pas consommée car le produit entrant est chauffé, et produit sortant pré-refroidi.
- **Section de chauffage :** cette section pour porter le produit à pasteuriser à sa température de traitement thermique de lait à 85°C pendant 15 seconds.

- **Un chambreur**

Est tube isolé thermiquement dans lequel le produit circule à la température du barème. Sa taille et le débit du produit déterminent la durée de la pasteurisation, cette temps correspond au rapport entre le volume du chambreur et le débit volumique du produit, il est facile de déterminer le débit dans la section de cambrage comme suit :

$$Q_v = V/t$$

$$QV = (\pi * r^2 * l) / t$$

- **Section de refroidissement** : Cette section pour diminuer la température de lait et arrive à une valeur de température égale à 4°C par l'intervention d'eau froide et porter le produit à température de stockage [48].

La figure suivante représente le pasteurisateur de société Aaila :



Figure 8 : Pasteurisateur à plaque.

L'échangeur de chaleur fonctionne automatiquement et pendant le processus de traitement peut extraire certaines valeurs expérimentales qui expliquent l'état du liquide :

-La température du liquide au moment de la pasteurisation et son évolution, ce qui peut déterminer le temps de chauffage.

-Détermination le temps de séjour de produit dans chaque section.

II.5.2. Cuve des stockages

Dans cette usine, il y a trois réservoirs doubles paroi pour le stockage du lait pasteurisé, qui est fermé du haut et d'une capacité d'environ 2500 litres. Il est fabriqué en fer

non abrasif ou en solution anticorrosion. Le nombre et la taille des réservoirs dépendent de la quantité de lait produite quotidiennement, sachant que le lait produit environ 18000 litres de lait par jour.

Ces réservoirs sont équipés d'ouvertures pour le remplissage et la distribution du lait, ainsi que d'une évacuation pendant le processus de nettoyage, qui permettent également de mesurer la température interne du réservoir.

II.5.3. Cuve de préparation

Ce sont des armoires de 2500 litres avec un trou dans le haut, généralement utilisées pour surveiller l'avancement du processus de préparation. Comme il est monté et connecté aux tuyaux pour transporter les matières premières, le premier étant un transporteur d'eau traitée et le second transporteur de lait en poudre, et pour assurer l'homogénéité du mélange, il est également prévu à l'intérieur du mélangeur pour faciliter le mélange des composants.



Figure 9 : Cuve de stockage de produit fini (lait).

II.5.4. Système de production de l'eau chaude

C'est une machine spécialement conçue pour produire de l'eau chaude ou de la vapeur. Sa conception se compose de deux vitres, d'une marmite à vapeur contenant de la vapeur et de l'eau chaude, située au sommet de la chaudière, et d'un bol d'eau froide, reliées entre elles. L'eau froide circule dans ces canalisations à l'aide de pompes, entourée d'air chaud provoqué par des brûleurs à gaz ou à mazout. La température de l'eau dans les canalisations augmente, puis la cuve à vapeur est séparée de la vapeur.

Dans l'usine il y a deux chaudières. L'eau est chauffée à 100 °C sous une pression de 30 à 35 bars, de sorte que la température et la température soient compatibles pour assurer le bon fonctionnement de la pasteurisation. Lorsque l'indicateur de pression indique une diminution, le pourcentage d'eau dans la chaudière est réduit et environ 500 litres d'eau froide sont ajoutés (**Figure 10**).



Figure 10 : Chaudière [50].

II.5.5. Système de production d'eau froide

L'installation est composée de trois unités de refroidissement conçues pour refroidir le produit par échange de chaleur et comprend un canal. L'eau y circule pour être tirée par une pompe à refroidir, il comprend également un compresseur qui transfère l'huile à toutes les unités en boucle fermée afin de maintenir le fonctionnement des unités de refroidissement. Un appareil de mesure de potentielle qui est un capteur dont le but est de montrer un changement dans le potentielle qui change en fonction de la variation de température (**Figure 11**).

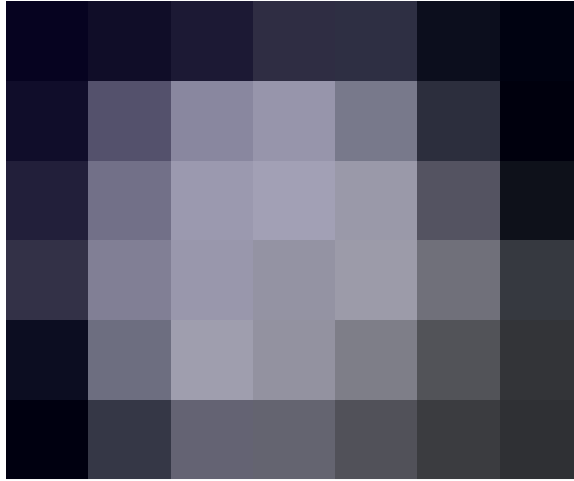


Figure 11 : Capteur de potentielle d'eau.

Lorsque la température est élevée, le potentielle s'élève à 20, ce qui provoque l'arrêt du compresseur et l'alimente en eau afin de maintenir sa valeur normale. L'eau refroidie passe ensuite du système de refroidissement à la section de refroidissement du pasteurisateur. La figure suivante montre l'unité de refroidissement de l'usine (**Figure12**) :



Figure 12: Système de refroidissement d'eau.

II.5.6. Capteur de température

C'est un appareil qui détecte la température du lait en cours de traitement thermique (**la figure 13**). Il est caractérisé par un cache en verre que nous pouvons facilement lire la température à partir de la position du curseur.



Figure13 : Capteur de température.

II.5.7. Tuyauteries et raccords

Il permet de raccorder les principaux éléments et vannes à commande pneumatique régulant et distribuant le produit et les fluides de nettoyage. Il doit être en acier inoxydable.

II.5.8. Pompe alimentaire

Les pompes font partie des principales unités de production, en particulier dans le processus de préparation, qui pompe le lait en poudre de grande capacité dans les cuves de préparation. Nous le trouvons également dans le processus de traitement.

II.5.9. Semi-conducteur

L'eau traitée est importée de l'usine de dessalement, qui est placée dans ses propres entrepôts pour être utilisée dans le processus de préparation. Réservoir d'eau traité étant différente de la taille para pour réservoir utilisé dans le processus de préparation, le réservoir d'eau traitée est raccordé au capteur. Le capteur montre le volume d'eau atteint par le réservoir de préparation, sachant que le processus de préparation nécessite 2 500 litres d'eau.

II.6. Procédé industriel de production de lait pasteurisée partiellement écrémé par l'unité de l'Aaila :

II.6.1. Reconstitution du lait

Lait en poudre généralement de vache, déshydraté et réduit en particule solide pour sa conservation et destiné uniquement à l'alimentation humaine. La poudre de lait fournit pour l'unité de l'Aaila en sachet de 25 Kg, cette matière arrive à l'unité de l'Aaila en cadre de

soutient de l'état qui décide une politique spécifique pour les industries laitières afin de garder les prix de lait fixe et protéger le pouvoir d'achats. Il existe 2 types de poudre :

- Poudre à 0 % de matière grasse : dans ce cas la poudre de lait est dépourvue de matière grasse
- Poudre à 26 % de matière grasse : dans ce cas la poudre de lait contient la matière grasse à 26 %.

L'usine est soutenue par le lait en poudre de l'organisation internationale pour la production de dérivés du lait et d'oignons, de sorte que son origine est différente. Nous avons évoqué le lait en poudre produit en Uruguay, en France et en Nouvelle-Zélande.

Dans les normes internationales, il y a une dépendance :

1L=58 g (26 %) + 45 g (0 %) + 900 ml d'eau.

Donc :

1L (L.P.C) \longrightarrow 45 g (0 %). 1L (L.P.C) 45 g (0 %).

2300 L (L.P.C) \longrightarrow 103500 g 2300 L (L.P.C) 133400 g (26 %).

Et nous en avons besoin :

$25 \times 4 + 3,5 = 103,5$ kg (0 %) et $25 \times 5 + 8,4 = 133,4$ kg (26 %).

Le lait en poudre est distribué dans un entonnoir en acier inoxydable, relié à une pompe haute pression, qui à son tour tire la poudre dans le réservoir de préparation. Le mélange de poudre est homogénéisé au moyen d'un mélangeur situé à l'intérieur du réservoir, caractérisé par sa vitesse d'homogénéité. Le processus de mélange est effectué en parallèle.

La période de mélange du lait est 15 minutes, le temps de détente pendant 5 minutes, afin de réduire le pourcentage de mousse produite et pour que la valeur de la densité de lait soit entre l'intervalle des normes nationales de la densité du lait (1.028 à 1,032).

II.6.2. Pasteurisation

Le lait est traité avec de l'eau chaude et froide qui coule dans le même sens, L'eau chaude circule à travers un tube vers la section jusqu'à ce que la température de la section atteigne 85 C°.

Le lait est ensuite transféré entre la section de refroidissement et la section de chauffage jusqu'à atteindre une température moyenne de 40 C°, puis il est ensuite traité par refroidissement jusqu'à atteindre à 4 C°. Le processus de pasteurisation prend 15 min, la **Figure 14** montre la circulation du lait dans chaque section :



Figure 14 : Circulation des fluides (eau chaude, froide, lait).

II.6.3. Stockage et emballage

Après la préparation et la pasteurisation du lait, ce dernier passe à la dernière étape qui est le stockage dans les cuves caractérisées par la présence de doubles couches permet de garder la température à 4 °C lorsque le lait stocké dans les cuves (cuves de capacité de 2500 L).

II.6.4 Conditionnement

Le conditionnement du lait s'effectue dans un appareil qui sert à emballer le lait dans des sachets en plastique stérilisés par ultra-violet avec un volume de 1 litre. Le lait conditionné est stocké durant 5 à 6 jours.

II.6.5. Commercialisation

Après ces différentes étapes, on aura à la fin un lait prêt à la consommation bien pasteurisé et d'une excellente valeur nutritive, le coût d'un seul litre de produit est de 25 DA.

II.7. Nettoyage et stérilisation des circuits de préparation

Le lait est riche en nutriments, il est donc susceptible à la prolifération de micro-organismes pouvant être causée par une modification de sa forme physique. Pour cette raison,

le processus de stérilisation est très important. L'objectif est l'enlèvement des déchets organiques et inorganiques sur les surfaces et les équipements utilisés. Pour la stérilisation au niveau de l'unité d'Aaila, le nettoyage s'effectue en place par un mélange constitué de trois éléments essentiels :

II.7.1. Hydroxyde de sodium

La soude est un très bon décapant pour les matières organiques, elle s'utilise en mélange à 3 % de concentration dans de l'eau chaude (80 à 90 °C), nécessite un rinçage soigneux.

- La soude est un produit dangereux, respectez les indications d'emploi, ne mélangez jamais une solution de soude et de l'acide, portez des gants et des lunettes de protection pendant son utilisation.
- La soude est incompatible avec le fer, le cuivre et l'aluminium.

II.7.2. Acide nitrique

L'acide nitrique est un acide fort, un oxydant puissant et un agent de nitration, Il réagit avec les oxydes métalliques et certaines bases en formant des nitrates, l'unité de l'Aaila utilise HNO_3 , de concentration de 1.5 % dans de l'eau chaude (70 à 75 °C), pour les raisons suivantes :

- Il ne réagit pas avec le matériau de fabrication de l'équipement, à savoir l'acier inoxydable.
- Il forme une couche de protection à l'intérieur de ces circuits.
- Utiliser essentiellement pour sa propriété de désinfection.

II.7.3. L'eau : est utilisée essentiellement pour le rinçage, le traitement par l'eau c'est la dernière étape de stérilisation.

Tableau 5 : Étapes du nettoyage et de stérilisation des équipements.

Étapes	Produit	Temps de nettoyage	Température	Dilution	Intérêt
Pré rinçage	Eau	10 min			Élimination des Soufflures Macroscopiques et des traces de produit fini
Nettoyage Alcalin + Additifs	Soude caustique + Additif (tension actif, dispersant, Séquestrant)	15 min	80 à 90°C	3 % 1/10 du Poids de la soude	Élimination des souillures organiques
Rinçage Intermédiaire	Eau	10 min			Élimination de la Soude
Nettoyage Acide	Acide Nitrique	15 min	60 à 70 °C	1,5 %	Élimination des souillures minérales. - neutralisation de reste de la soude
Rinçage Intermédiaire	Eau	10 min			Élimination de l'acide
Désinfection	Désinfectant	15 min	35 à 40 °C	0,3-0,5 %	Élimination des micro-organismes
Rinçage final	Eau	15 min	75 à 80 °C		Élimination de restes de désinfectant

Chapitre 3

Étude des paramètres physico-chimiques et analyses microbiologiques du lait pasteurisé partiellement écrémé préparé par laiterie EL Aaila de Touggourt

III.1. Prélèvements et échantillonnages

Le lait pasteurisé extrait de l'unité Aaila doit être étudié conformément aux paramètres physico-chimiques et les analyses microbiologiques. Les paramètres physico-chimiques sont effectués au laboratoire de l'unité Aaila (pH, densité, acidité, matière sèche, test d'ébullition, matière grasse). Les analyses microbiologiques ont été effectuées au laboratoire de l'hôpital Slimane Amirat informant (la flore mésophile aérobie totale, Coliformes fécaux, Coliformes totaux, Staphylocoques, Salmonella).

Les échantillons sont prélevés sur la matière première (poudre de lait) et le produit fini (lait pasteurisé). Le tableau ci-dessous (**Tableau 6**) montre l'ordre chronologique de prélèvement des échantillons de produit fini et leurs caractéristiques.

Tableau 6 : Caractéristiques des échantillons analysés (produit fini)

Echantillon	Date de prélèvement	Lieu de prélèvement
ECH1	18/04/2019	A la sortie de conditionneuse
ECH2	19/04/2019	A la sortie de conditionneuse
ECH3	20/04/2019	A la sortie de conditionneuse
ECH4	21/04/2019	A la sortie de conditionneuse
ECH5	22/04/2019	A la sortie de conditionneuse

III.2. Paramètres physico-chimiques de la poudre de lait (lait écrémé, lait entier)

III.2.1. Mesure de taux d'humidité %

- **Principe d'humidité**

Est la quantité d'eau dans le lait en poudre, exprimée en pourcentage de la masse, et représente également la perte de la masse du lait qui est déterminée par le séchage du lait en poudre (AFNOR, 1989).

- **Mode opératoire**

- Nous prenons une boîte aluminium qui est vide dans la balance .
- Nous mettons 2g de lait en poudre dans la Biot aluminium.
- Insérer Biot aluminium dans une étuve à une température inférieure à 103 °C pendant environ 3 heures.
- Après 3 heures, nous pesons la Biot aluminium dans la balance.

- **Lecteur des résultats**

Le taux d'humidité est donné par la formule suivante :

$$HT = (m_1 - m) / (m_1 - m_0) \times 100$$

m_0 = masse de la boîte vide.

m_1 = masse de l'échantillon avant étuvage.

m = masse de l'échantillon après étuvage.

II.2.2. Détermination de la quantité de la matière grasse

- **Principe**

La méthode utilisée dépend de l'utilisation du butyromètre. Les composants du lait écrémé sont dissous par l'acide sulfurique. L'ajout d'une petite quantité d'alcool amyloïde (C₅H₁₁OH) et la force centrifuge permettent à la graisse de se dissoudre, ce qui remonte au sommet du beurre. (AFNOR, 1989)

- **Mode opératoire**

- Dans le Butyromètre, on ajoute 10 ml d'acide sulfurique, 10 ml d'eau et 3 g de poudre à 26 % ou 0 %.

- Ajoutez environ 1 ml d'alcool iso-amylque.

- Nous battons la capsule jusqu'à homogénéisation et la poudre se décompose par l'acide sulfurique.

-Placez la capsule dans la centrifugeuse pendant 5 minutes.

- **Lecteur des résultats**

Les résultats sont exprimés en lisant la valeur directement sur le butyromètre, chaque un centimètre de beurre correspond à 10 g / L.

III.3. paramètres physico-chimiques du lait pasteurisé conditionné

Le paramètre physico-chimique du lait pasteurisé consiste en une mesure de l'acidité titrable, pH, teneur en matière grasse, et la densité. Les méthodes adoptées pour la détermination de ces paramètres sont celles appliquées par le laboratoire d'analyse physico-chimique de l'unité Al Aaila de Zaouia EL Abidia Touggourt.

III.3.1. Matériel et réactifs utilisés

Le tableau ci-dessous comprend le matériel de laboratoire et les réactifs utilisés pour l'analyse physico-chimique du lait pasteurisé :

Tableau 7 : Matériel et produit utilisé.

Matériel	Réactifs
-Éprouvette de 250	-lait pasteurisé
-Bécher	-soude NaOH
-pH-mètre	-phénolphtaléine
-Butyromètre	-acide sulfurique
-pipette	-alcool amylique
-Centrifugeur	
-Lacto-densimètre	

III.3. 2.Méthode d'Analyse physico-chimique de lait pasteurisé

Les paramètres physico-chimiques que nous avons effectués, et les méthodes utilisées sont les suivant :

III.3.2.1. Mesure du pH

Un volume de lait est versé dans un bécher dans lequel l'électrode du pH-mètre est introduite. Le pH de l'échantillon est obtenu par lecture directe du chiffre affiché sur l'appareil après sa stabilisation (Figure 15).



Figure 15 : pH – Mètre.

III.3.2.2. Mesure de l'acidité

Nous prenons un volume de 10 ml d'échantillon lait pasteurisé dans un bécher pour mesurer l'acidité titrable (Dornic) par la soude (NAOH), N/9 en présence de deux gouttes de phénolphtaléine.

-La mesure de l'acidité titrable est basée sur un dosage acido-basique d'un échantillon du Lait avec une solution de NaOH en présence d'un indicateur coloré adéquat (AFNOR, 1995)

- **Mode opératoire**

- Introduire 10 ml du lait dans un bécher propre à l'aide d'une pipette.
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine (indicateur coloré).
- Titrer avec la solution de NaOH à N/9 jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante.

- **Lecture des résultats**

L'acidité est exprimée en Dornic (°D) selon la relation suivante :

$$A=V*10$$

V : Volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium (soude Dornic)

La figure suivante montre la mesure de l'acidité :

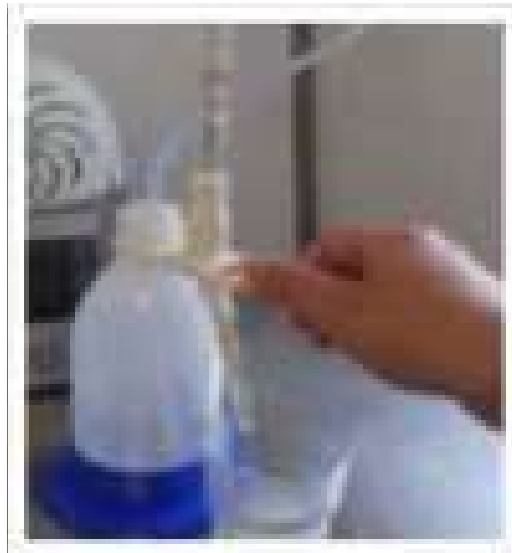


Figure 16 : Mesure de l'acidité [51].

III.3.2.3. Mesure de la densité

- **Définition**

La densité est définie comme étant le quotient de la masse d'un volume de lait, sur le même volume d'eau. Ce rapport doit se faire à température et pression constante. (AFNOR, 1980)

- **Mode opératoire**

- Verser le lait dans une éprouvette de 250 ml tenue inclinée afin d'éviter la formation de bulles d'air.
- Introduire le lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait.
- Une fois que le lait est au repos, effectuer la lecture de la graduation a la partie supérieure du ménisque.



Figure 17 : Mesure de la densité du lait par lactodensimètre [52].

- **Lecture des résultats**

$$MV = MV_1 - [(20 - X) \cdot 0,0002]$$

MV : Masse volumique finale.

MV₁ : Masse volumique lue sur lactodensimètre

20 °C : Température référence

X : Température lue sur lactodensimètre (°C)

0,0002 : constante.

III.3.2.4. Matières grasses

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool iso amylique ($C_5H_{12}O$), la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux.

- **Mode opératoire**

- Introduire dans un butyromètre 10 ml d'acide sulfurique ($d=1.83$), 11 ml de l'échantillon et 1 ml d'alcool amylique.
- Boucher bien le butyromètre puis agiter par retournement jusqu'à dissolution des protéines.
- Procéder à une centrifugation pendant 5 minutes à une vitesse de 1200 tour/min.
- La teneur en matière grasse est exprimée en g/l obtenue par la différence de niveaux atteints par la matière grasse dans le butyromètre.



Figure 18 : Butyromètre.

- **Lecture des résultats**

Les résultats sont exprimés en g/l en lisant la valeur directement sur les graduations du butyromètre, chaque centimètre du butyromètre correspond à 10g/l de matière grasse à 20°C.

III.3.2.5. Test d'ébullition

Un lait qui n'est pas frais présente une structure de caséines particulièrement instables. Dès lors, un simple traitement thermique suffit à les précipiter.

La caséine : est un mélange de substances protéiques contenues dans le lait. Ce mélange de phosphoprotéines du lait riches en acide glutamique forme deux sous-unités de 15 acides aminés.

- **Mode opératoire** Prélevez un échantillon du dernier lait dans un tube, placez-le dans un bain-marie à 100 °C et observez les changements.

- **Lecteur des résultats**

Si le lait est normal, le liquide reste homogène après quelques instants il se forme en surface une pellicule blanche, plissée (formée principalement de calcium, de protides et de matière grasse), les laits acidifiés (au 25 °D) coagulent par ébullition.

III.3.2.6. Mesure de l'extrait sec total (EST)

On entend par « matière sèche » du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la norme. (AFNOR 1980).

- **Principe** : La détermination de l'extrait sec total nous permet d'évaluer la qualité de notre lait (éviter un mouillage excessif du lait) (AFNOR, 1989).
- **Mode opératoire**
 - Dans la boîte Aluminium séchée, on introduit 5 ml de lait dans l'étuve réglée à 103 °C ± 2 °C et l'y laisser 3 heures.
 - On le met ensuite dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante. Puis, on pèse le résidu à l'aide d'une balance analytique.

- **Lecteur des résultats**

La matière sèche est exprimée en pourcentage comme suit :

$$\left[\frac{M_1 - M_0}{M_2} \right] \cdot 100$$

M_0 : est la masse en grammes de la boîte vide.

M_1 : est la masse en grammes de la boîte et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M_2 : est la masse en grammes de la boîte et de l'échantillon avant dessiccation.

III.4. Analyse microbiologique

III.4.1 Matériel et méthodes d'analyse microbiologique

III.4.1.1. Matériel

- Verrerie usuelle (pipettes pasteur, tubes de 9 ml d'eau physiologique, boîte pétri stérile).
- Appareils : étuve, autoclave, four pasteur, portoir, bain mari.
- Milieux de culture bactérienne : PCA, SS, CHAPMAN, BLBV.

III.4.1.2. La composition des milieux des cultures

- **Gélose Chapman**

Est un environnement sélectif pour les bactéries staphylocoques, contenant une concentration élevée de chlorure de sodium estimée à 75 g.

Le tableau ci-dessous (**Tableau 8**) montre la composition de gélose Chapman

Tableau 8 : la composition de gélose Chapman [53].

Constituant	Quantité en g
Peptones	11 g
Extrait de viande	1 g
Chlorure de sodium	75 g
Mannitol	10 g
Rouge de phénol	0.025 g
Agar	15 g
Eau distillée (qsp)	1000 ml

- **Gélose SS**

La gélose Salmonella-Shigella (S.S.) est utilisée pour l'isolement sélectif des Salmonella et des Shigella dans les prélèvements cliniques et les denrées alimentaires.

Le tableau ci-dessous (**Tableau 8**) représente la composition de gélose SS.

Tableau 9 : Composition de gélose SS [54].

Constituant	Quantité en g/l
Protéase peptone	5 g
Extrait de viande de bœuf	5 g
Lactose	10 g
Sels biliairesN°3	8.5 g
Citrate de Sodium	8.5 g
Citrate ferrique ammoniacal	1 g
Thiosulfate de Sodium	8.5 g
Rouge neutre	0.025 g
Vert brillant	0.00033 g
Agar	13.5 g

- **Gélose PCA (Agar count plate)**

Un milieu éclectique utilisé dans la science du bactériophage pour le dénombrement. Bactéries aérobies dans le lait, la viande et d'autres produits alimentaires, ainsi que pour l'analyse de médicaments.

- **Gélose BLBVL**

Milieu de dénombrement des coliformes en microbiologie alimentaire.

Le tableau ci-dessous (**Tableau 10**) représente la composition de gélose BLBVL

Tableau 10 : La composition de gélose BLBVL [55].

Constituent	Quantité g/l
Peptone	10
Lactose	10
Bile	20 cm ³
Vert brillant	0,013

III.4.2. Méthodes d'analyse du poudre de lait

III.4.2.1. Préparation de dilutions décimales

Après un prélèvement aseptique d'un échantillon représentatif de la poudre du lait à partir de son emballage d'origine (sac de 25 kg). On pèse une quantité de l'échantillon et on la mélange avec un diluant (eau physiologique). A partir de la solution mère, on prépare la gamme de dilution décimale comme :

-prendre 1 ml de la solution mère et ajout 9 ml d'eau physiologique stérile, mélanger avec le vortex. Cette préparation correspond à la dilution 10^{-1} .

-A partir de la dilution 10^{-1} prend 1 ml et on l'ajout à 9 ml d'eau physiologique stérile, mélanger avec le vertex. Cette préparation correspond à la dilution 10^{-2} . De la même manière on préparé les dilutions 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} .

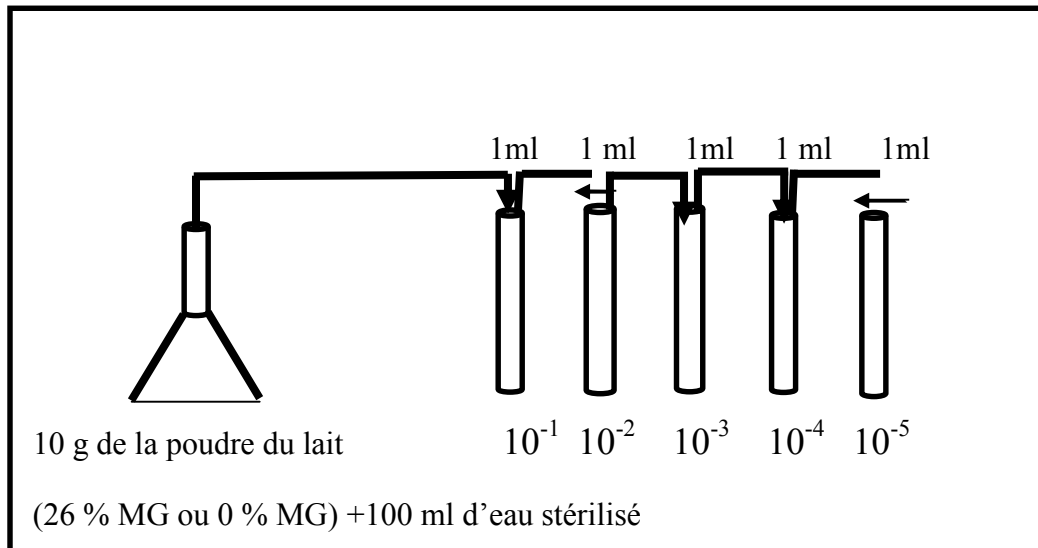


Figure 19 : Préparation de la solution mère et de l'extension de lait en poudre.

III.4.2.2. Technique de l'ensemencement en masse

Nous avons utilisé la technique de l'ensemencement en masse pour l'analyse microbiologique. L'eau distillée stérile, utilisée pour effectuer les dilutions décimales, sert à diminuer la charge microbienne de la solution mère. Le type d'ensemencement est choisi selon le but de la manipulation microbiologique (isolement, dénombrement, teste biochimique).

- **Mode opératoire**

- La méthode adoptée est liée au type de bactérie pathogène car il existe une différence de méthode d'action en fonction du type de bactérie.
- Prendre avec une pipette stérile 1 ml des solutions diluées d'une solution mère de poudre de lait de différent concentration (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) et mettre dans la boîte de pétri.
- Ajouter le milieu de culture comme PCA, SS, CHAPMAN, en remplissant le 1/3 de la boîte.
- Mélanger avec un mouvement circulaire, puis l'incuber les boîtes à l'étuve.

III.4.2.3. Détection de la flore totale aérobie mésophile

- **Principe d'analyse flore total aérobie mésophile**

Cette analyse est très importante car elle nous révèle la qualité du lait, pour effectuer cette analyse on utilise l'ensemencement en masse avec un milieu de culture PCA [56].

- **Mode opératoire**

Leur dénombrée est effectué par milieu de culture PCA via l'ensemencement en masse .

- Introduire dans la boîte pétri 1 ml de chaque dilution (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), ensuite verser le milieu de culture PCA en surfusion à (45 °C), puis effectuer des mouvements circulaires.
- Incuber les boîtes à 30 °C pendant 24 heures.

- **Lecture des résultats**

Après 24 heures nous observons dans la boîte pétrie apparait colonie se forme des grains blanchâtres de différent taille et forme. On calcule le nombre de micro-organisme dans la boîte par une formule suivante :

$$\text{Nombre de germes} = \frac{\sum c}{(n_1 + 0.1n_2) d}$$

$\sum c$: Somme des colonies de toutes les boîtes.

d : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

n_1 : Nombre de boîtes positives de la première dilution.

n_2 : Nombre de boîtes positives de la deuxième dilution.

La figure suivante représente le procédé expérimental de recherche du FMAT :

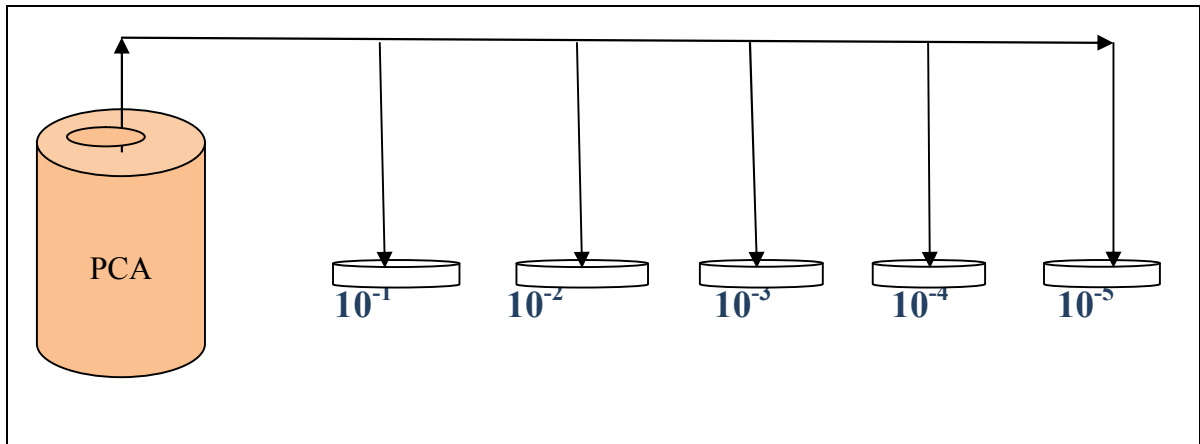


Figure 20 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile.

III.4.2.4. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

La recherche de dénombrement des coliformes totaux et fécaux effectués par le milieu de culture Bouillon lactose bilié au vert brillant (BLBVB) avec un l'ensemencement en masse d'un 1 ml de chaque l'extension, pour obtenir les résultats en utilisé le tableau 1 voix (Annexe 1) [57].

- **Le principe de tableau npp :**

Les prises d'essais d'échantillon de lait sont l'ensemencées dans un milieu de culture liquide conçu pour permettre la croissance d'un microorganisme ou des groups de microorganismes [58]. La croissance traduit par l'apparition d'un trouble du milieu et une production de gaz, éventuellement, une modification visible.

- **Mode opératoire**

-Nous apportons un sérié de 15 tubes contenant de BLBVB (BOUILLON LACTOSE BILIE AU VERT BRILLANT), chaque une dilution porte trois tubes.

Les tubes contiennent du kloch en verre que nous avons d'abord utilisé pour le dégazage de son gaz.

-Nous aspirons 1 ml de chaque dilution à tubes de BLBVB et la plaçons dans les tubes avec l'agitateur. Il sera incubé à 30 °C pour la recherche des coliformes totaux et à 44 °C pour la recherche des coliformes fécaux.

On constate que tous les tubes présentent un changement de couleur et un gaz dans la cloche de Durham contiennent des coliformes totaux. Ensuite, on prépare de nouveau une série des tubes contenant 9 ml de milieu BLBVB avec 1 ml de chaque tube positif. Puis on

incube à 44 °C pendant 48 heures, pour la recherche des coliformes fécaux. Après incubation, les tubes contenant résultat positive portent les mêmes critères précédents, indique la présence de Coliforme fécaux.

III.4.2.5. Recherche et dénombrement de Staphylococcus aureus

On peut utiliser soit le milieu de CHAPMAN, avec l'ensemencement en masse de 1ml de lait prélevé de la solution mère et l'incubation à 37 °C pendant 48 heures, on peut utiliser soit le milieu Chapman contient une forte teneur en NaCl (7,5 %) et inhibe la croissance de nombreuses bactéries.

• Mode opératoire

-Prendre avec une pipette stérile 1ml des dilutions et mettre dans la boîte de pétri.

-Ajouter le milieu de culture gélose, en surfusion (fondu puis refroidir à 45 °C), en remplissant le 1/3 de la boîte pétri.

-Mélanger avec un mouvement circulaire ou le 8.

-Laisser refroidir puis incuber les boîtes pétries à l'étuve.

• Lecture des résultats

Après le processus d'incubation, nous vérifions Staphylococcus aureus en présence de colonies de couleur noire.

III.4.3. Méthode d'Analyse effectuée par le produit finis

III.4.3.1. Préparation des dilutions

Échantillon liquide (lait pasteurisé), il est représenté la solution mère.

-Prendre 1 ml de la solution mère et d'ajouter à 9 ml d'eau physiologique, mélangé avec le vortex. Cette préparation correspond à la dilution 10^{-1} .

- A partir de la dilution 10^{-1} on prend 1 ml et on d'ajouter à 9 ml d'eau physiologique, mélangé avec le vortex. Cette préparation correspond à la dilution 10^{-2}

-De la même manière on prépare les dilutions 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}



Figure 21 : Préparation des dilutions de lait.

III.4.3.2. Recherche de la flore totale aérobie mésophile : La même méthode opératoire s'applique au lait en poudre.



Figure 22 : Ensemencement par PCA (Agar Count Plate).

III.4.3.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux
Le même principe et le même mode opératoire de poudre de lait



Figure 23 : Dénombrement de Coliforme fécaux et coliforme totaux.

III.4.3.4. Recherche de Staphylococcus aureus

La recherche de Staphylococcus aureus s'effectue de la même manière que celle suivie pour la poudre de lait.



Figure 24 : Recherche de staphylocoque.

III.4.3.5. Recherche des salmonella

- **Principe**

Un échantillon de 10 grammes de produit est homogénéisé dans 90 ml de bouillon à la sélénite et incubé pendant 24 heures à 37 °C. La recherche est ensuite réalisée sur milieu solide gélose Salmonella-Shigella (SS).

- **Mode opératoire**

- introduire dans la boîte pétri 1 ml de chaque dilutions (10-1, 10-2, 10-3, 10-4, 10-5), ensuite on verse le milieu de culture gélose Salmonella-Shigella. En surfusion à (45 °C), puis effectuer des mouvements circulaires, puis on incube les boîtes à 37 °C pendant 24 heures.

Toutes les analyses physico-chimiques et microbiologiques et le processeur expérimental résumé par l'organigramme suivant :

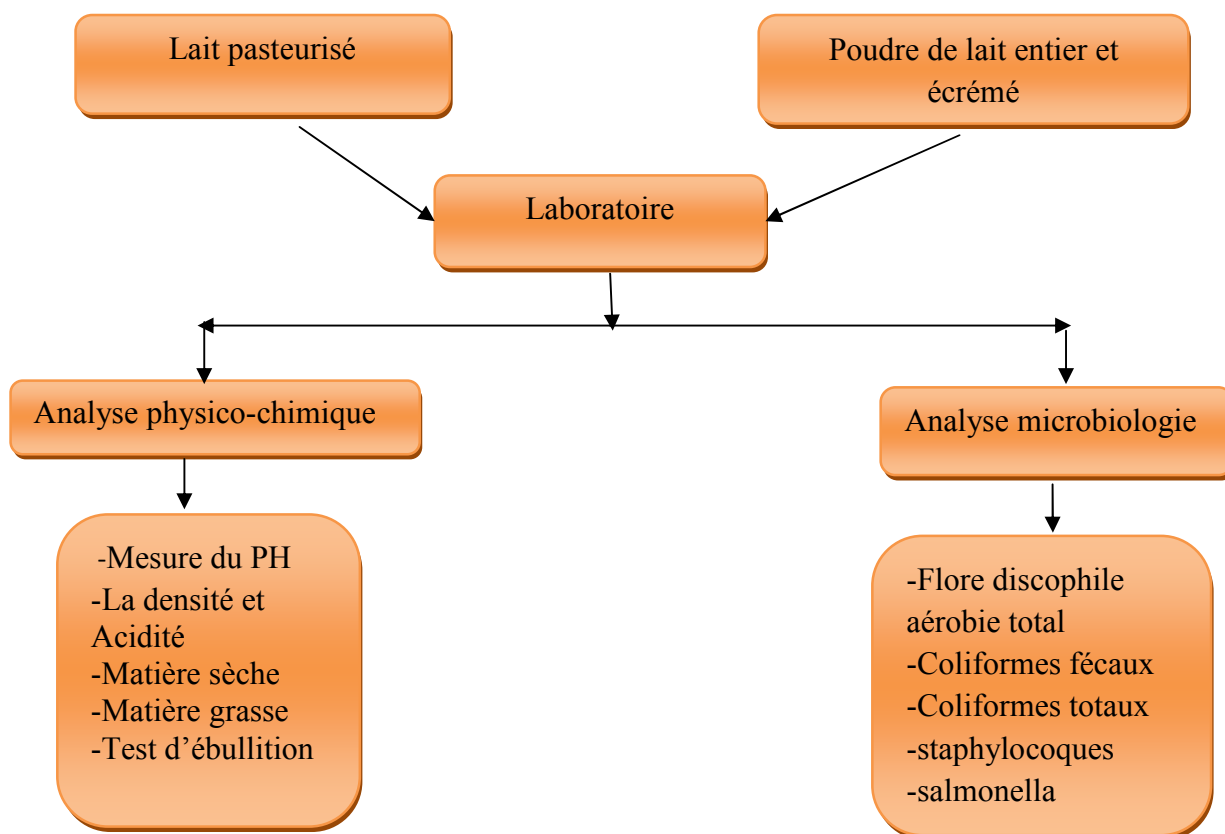


Figure 25 : Procédés expérimentales utilisés pour l'analyse du lait pasteurisé et entier, écrémé.

III.5. Résultats et discussion

III.5.1. Paramètres physico-chimiques du poudre de lait

Le tableau suivant résume les résultats d'analyse physico-chimiques de la poudre de lait.

Tableau 11 : paramètres physicochimiques de la poudre de lait.

Paramètre	Matière grasse (g/l)	Humidité (%)
Type de lait		
Lait écrémé (0 %)	0.9	4
Lait entier (26 %)	26	3.8
Normes	-lait écrémé $\leq 1,2$ -lait entier 26,20 Normes (JORA N° 35, 1998)	4 % Normes (JORA N° 35, 1998)

- **Discussion**

D'après les résultats des paramètres physico-chimiques, il est montré que le lait écrémé et le lait entier en poudre répondent aux critères selon les normes du (**JORA N° 35 1998**).

- **Mode de calcul de matière grasse :**

Pour lire la valeur de matière grasse, nous utilisons l'échelle suivante :

1cm \longrightarrow 10g/l

$$MG = A \times 10$$

- **Application numérique :**

$$A = 2.6 \text{ cm}$$

$$\text{Donc : } MG = 2.6 \times 10$$

$$MG = 26 \text{ g/l}$$

- **Mode de calcul d'humidité :**

$$H = [(m_1 - m) / (m_1 - m_0)] \times 100$$

m_0 = masse de la capsule à vide.

m_1 = masse de l'échantillon avant étuvage.

m = masse de l'échantillon après étuvage

- **Application numérique**

$$m_0 = 1.5 \text{ g.}$$

$$m_1 = 2 \text{ g.}$$

$$m = 1.98 \text{ g.}$$

$$H = [(m_1 - m) / (m_1 - m_0)] \times 100$$

$$H = [(2 - 1.98) / (2 - 1.5)] \times 100$$

H = 4 %

III.5.2. Analyse microbiologie de poudre de lait :

Tableau 12 : Résultat d'analyse microbiologie de poudre de lait.

Germes Poudre	FMAT Germes/ml	Coliforme totaux	Coliforme fécaux	Staphylococcus aureus
Lait écrémé 0 %	$3,6 \times 10^3$	ABS	ABS	ABS
Lait entier 26 %	4×10^3	ABS	ABS	ABS
JORA 1998	$< 2.10^5$	ABS	ABS	ABS

D'après les résultats obtenus (**Tableau 12**), nous avons constaté que les valeurs résultant des analyses sont conformes à ce qui est indiqué dans le **JORA N°35 27 mai 1998**, et que par conséquent, le lait en poudre est de bonne qualité.

III.5.3. Analyse de lait pasteurisé conditionné

III.5.3.1. Test d'ébullition :

A travers les résultats obtenus, nous notons la formation d'une couche flottant à la surface, cela explique la bonne qualité du lait pasteurisé.

III.5.3.2. Mesure de pH :

Les résultats de la mesure du pH des différents échantillons du lait pasteurisé analysés sont représentés dans la figure suivante :



Figure 26 : Variation de pH pour les différents échantillons du lait pasteurisé.

- **Discussion :**

Grace à nos résultats, nous avons obtenu le formulaire pour cinq échantillons, entre (6,7 et 6.68). En comparaison avec les normes du **JORA(1998)**, qui est de (6.6 - 6.8) Le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le contrôle de l'alimentation (**Figure 26**).

III.5.3.3. Mesure de l'acidité

Les résultats de la mesure de l'acidité des différents échantillons de lait pasteurisé analysés sont donnés dans la figure suivante :

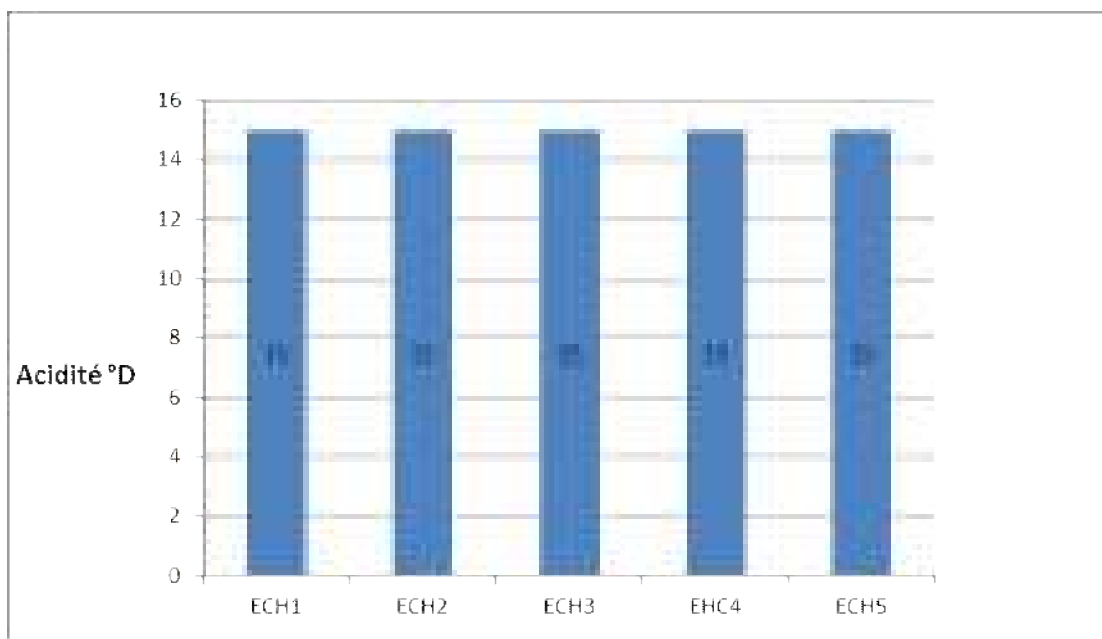


Figure 27 : Variation d'acidité pour différent échantillons de LPC.

D'après les résultats obtenus à la (**Figure 27**), nous observons que les valeurs moyennes de l'Acidité pour les échantillons de lait pasteurisé conditionnel étaient de 15°D. Par rapport le positionnement des résultats dans l'intervalle des normes (**JORAN°35, 1998**) est (14-16 °D) suggère la bonne qualité du produit analysé.

La formule de l'acidité de l'échantillon est :

$$A=v*10$$

V : Volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium (soude Dornic)

Pour calcul l'acidité en degrés DORNIC (°D), la valeur de volume est multipliée par 10.

- **Application numérique :**

Le volume requis pour changer la couleur du lait est :

$$V=1.5\text{ml.}$$

$$A = V*10$$

$$A= 1.5\times 10$$

$$A= 15\text{ °D}$$

III.1.4. Mesure de la densité

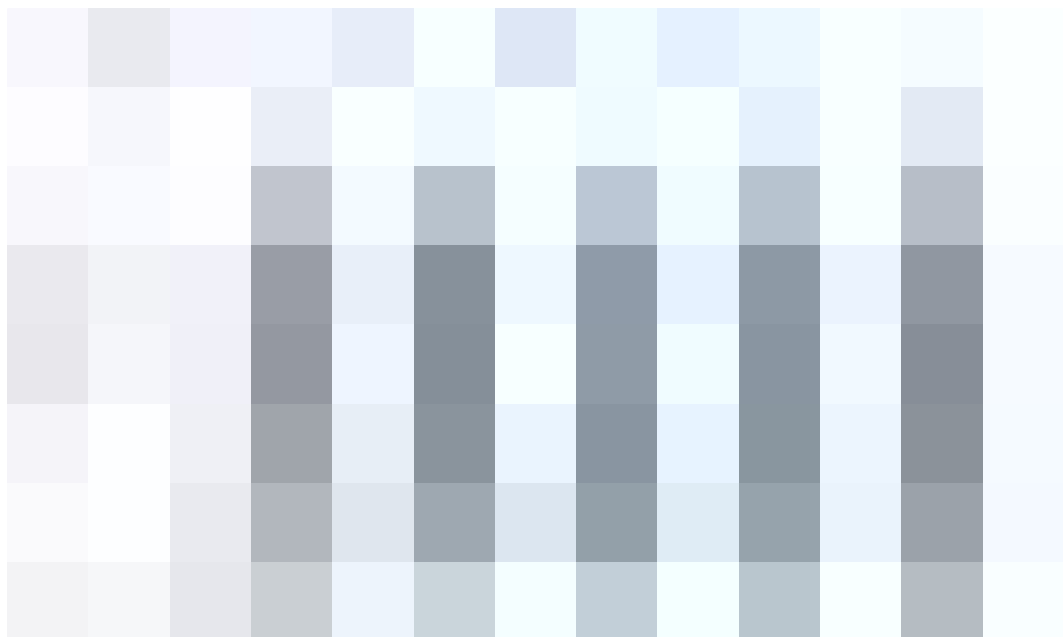


Figure 28 : Variation de la densité des échantillons de lait.

- **Discussion :**

D'après les résultats obtenus (**Figure 28**), nous avons constaté que les valeurs de densité du lait pasteurisé étaient de 1,028. Selon les critères du Journal officiel, les valeurs sont acceptables et par conséquent, le lait est de bonne qualité.

- **Mode de calcul :**

$$MV = MV_1 - [(20 - X) \times 0.0002]$$

MV : Masse volumique finale.

MV₁ : Masse volumique lue sur lactodensimètre.

20°C : Température référence.

X : Température lue sur lactodensimètre (°C)

0,0002 : constante

- **Application numérique :**

$$MV = MV_1 - [(20 - X) \times 0.0002]$$

$$MV = 1.028 - [(20 - 20) \times 0.0002]$$

$$MV = 1.028 \text{ g/l}$$

III.1.5. Matière grasse

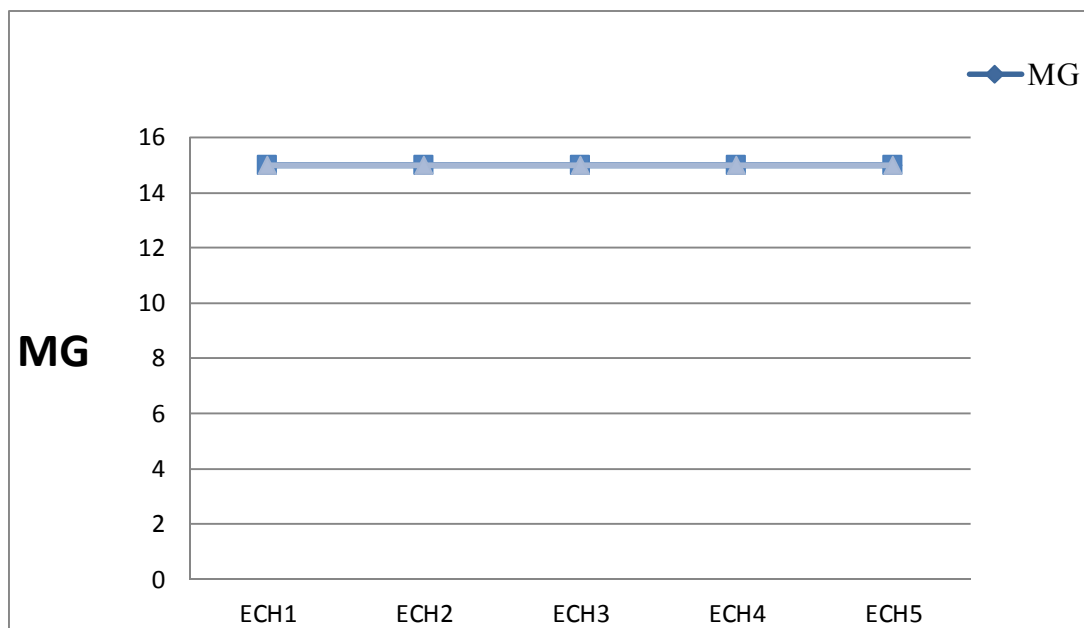


Figure29 : Teneurs moyennes de matière grasse des échantillons analysés.

Les résultats obtenus (**Figure 29**) montrent que la proportion de matière grasse dans 1 litre de lait pasteurisé est estimée à 15 g / l. En générale les teneurs en matière grasse des 5

échantillons analysés sont comprises dans l'intervalle de la norme établie par le **JORA N° 35 1998** qui varient de 15 à 20 g/l.

- **Mode de calcul :**

$$MG = A * 10$$

- **Application numérique**

Pour calcul le résultat :

1cm \longrightarrow 10 g/l

$$MG = A * 10$$

$$MG = 1.5 \times 10$$

$$MG = 15 \text{ g/l}$$

III.1.6. Mesures des Extraie sec totales :

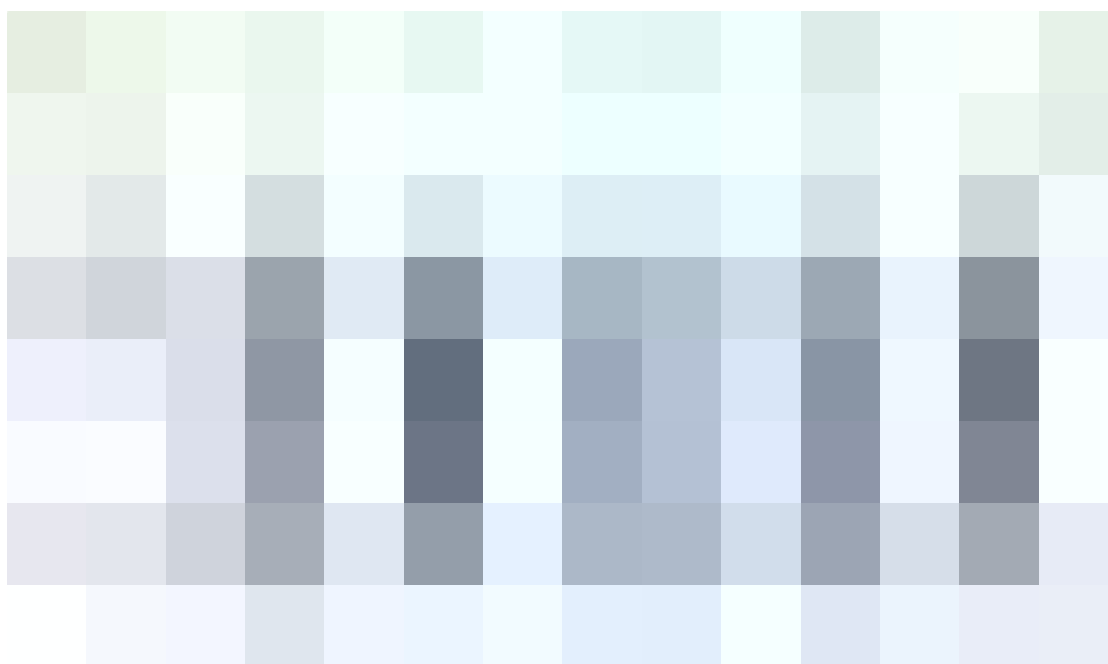


Figure 30 : Teneurs en extrait sec total des échantillons analysés.

Les résultats ont montré que la valeur sèche totale dans 1 litre de lait était de 103 g/l. Dans l'ensemble, la valeur sèche totale dans 5 échantillons variait de 102 g/l à 103 g/l. Ils sont conformes aux normes du (≥ 129 g / l) (**Figure 30**).

- **Mode de calcul :**

$$EST = [(M_1 - M_0) / M_2] * 100$$

- **Application numérique :**

$$EST = [(M_1 - M_0) / M_2] \times 100$$

$$EST = [(6.13 - 1.5) / 4.5] \times 100$$

$$EST = 102.88 \text{ g/l}$$

III.2. Analyse microbiologique du lait pasteurisé conditionné

Tableau 13 : Résultats des analyses microbiologiques.

Échantillons	Germes FMAT 30°C	Coliformes Totaux 30°C	Coliformes Fécaux 44°C	Staphylococcus aureus 37°C	Salmonella 37°C
ECH 1	$3,5 \times 10^3$	ABS	ABS	ABS	ABS
ECH 2	$4,6 \times 10^3$	ABS	ABS	ABS	ABS
ECH 3	$5,5 \times 10^3$	ABS	ABS	ABS	ABS
ECH 4	6×10^3	ABS	ABS	ABS	ABS
ECH 5	$6,3 \times 10^3$	ABS	ABS	ABS	ABS
JORA N°7 1998	$< 3 \times 10^5$	10^2	10	10^2	ABS

III.2.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessus montrent que les valeurs obtenues dans les différents échantillons de lait ont révélé que le nombre de colonies était inférieur à 300 et que, par conséquent, le lait était de bonne qualité. Conformément aux normes définies par l'entreprise. Nous pouvons dire que le procédé appliqué suffit à éliminer les microbes.

III.2.2. Coliformes totaux

Les résultats montrent qu'il y a des changements dans la couleur de la solution de concentration 10^{-1} . Selon le tableau de npp nous avons eu 0.9×10^1 germes/ml. En comparant avec l'arrêté interministériel de 23 juillet 1994, il n'y pas plus de 30000 germes/ml. Le nombre n'est pas plus de 30000 germes. En conséquence, le lait est bon pour la pasteurisation sous contrôle microbien.

III.2.3. Coliformes Fécaux

Les résultats obtenus ont montré qu'il n'y avait pas de changement dans l'échantillon obtenu à la concentration 10^{-1} et que, par conséquent, aucun coliforme n'a été enregistré, ce qui indique que le lait a été préparé dans des conditions appropriées.

III.2.3. Staphylococcus aureus

Les résultats ont révélé qu'il n'y avait pas de Bactéries dans le lait pasteurisé étudié et absent dans tous les échantillons analysés. Cela est dû à l'efficacité de la pasteurisation en détruisant la plupart des microbes.

III.2.4. Salmonella

Pour les résultats obtenus, nous notons qu'il n'y a pas eu de changement dans les échantillons analysés, ce qui indique que le lait est de haute qualité et que le processus de pasteurisation a un bon rendement.

Conclusion générale

Ce travail a été réalisé au sein de l'unité de production des produits laitiers l'Aïla (Touggourt- Ouargla) pour l'objectif de comprendre les techniques expérimentales utilisés pour la préparation du lait pasteurisé. Dans ce travail, nous avons expliqué le principe de la pasteurisation qui est la méthode la plus courante pour conserver les produits laitiers.

Notre étude révèle que le protocole expérimental utilisé pour l'industrie laitière nécessite tout un équipement qui doit être sous maintenance journalière afin d'éviter la contamination et par conséquent de produire un lait prêt à la consommation. Pour atteindre cet objectif, on présente quelques recommandations :

- Utilisation des techniques efficaces pour éliminer les microbes (pasteurisation à 85°C).
- Utilisation des équipements pratiques pour la préparation et le contrôle.
- Le processus de nettoyage après chaque cycle de production doit être efficace.

D'après les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques, la qualité du produit laitier répond strictement aux normes algériennes d'hygiène. Aussi, l'analyse de la composition du lait montre que l'apport nutritionnel assure la satisfaction des consommateurs sur le marché algérien.

Du point de vue analytique, on peut conclure que le lait en poudre et le produit final préparé par l'unité de production L'Aïla (Touggourt-Ouargla) était tous deux de haute qualité.

Ce travail nous a donné une vision expérimentale et scientifique sur l'industrie laitière et sur la méthode de préparation des produits laitiers.

Références bibliographiques

- [1] <http://transactiondalgerie.com/>.
- [2] Watier B., 1992- Vitamines et technologie alimentaire In. Aspects nutritionnels des constituants des aliments. Influence des technologies. Ed. Tec et Doc Lavoisier. Paris, 197-216 p.
- [3] Moller S., 2000- La reconstitution du lait. Ed. INA. Paris, 36 p.
- [4] <https://www.planetoscope.com/boisson/300-production-mondiale-de-lait.html>
- [5] <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=www.terra.bzh%2Factualites%2Fmarches+mondiaux+des+productions+laitiers+dans+l+e+Sillage+de+la+croissance+%C3%A9conomie+mondiale+%3A+w02B05SD.html>
- [6] <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=https%3A%2F%2Fmagherebemergent+.info%2Fla+production+Alg%C3%A9rienne+de+lait+ne+couve+que+des+locaux+akli+mous+souni>
- [7] <http://www.aps.dz/%C3%A9conomie/76635%20production%20nationale%20de%20lait%20plus%20de%203.52milliards%20en%202017>.
- [8] <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=https%3A%2F%2Fwww.librte+algerie.com%2Factualit%C3%A9%2Fsignification+ba+isse+de+la+production+de+lait+309630>
- [9] Mathieu J., 1998- Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec Doc Lavoisier. Paris, 12-210 p.
- [10] <http://www.azaquar.com>.
- [11] Bahd D., 2003-Travaux pratique de Bromatologie.5ème année pharmacie FMPOS, Bamako.
- [12] Arie F., Sri K., Ariesta W. A., 2012-Process engineering of drying milk powder with foam mat drying method. Ed. Journal of Basic and Applied Scientific Research.
- [13] Karen S., 2008- Dried Dairy Ingredients. 2^{ème} Ed. Journal of basic and Applied Scientific Research. 60 p.
- [14] Bourgeois C. M., Levreau J. M., 1991-Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Vol.3 : le contrôle microbiologique, 2^{ème} Ed. Paris : Apria, 454 p, Sciences et technique agro-alimentaire.

- [15] Toure O., 2001- Contribution à l'étude de la qualité des laits secs micro conditionnés commercialisés sur le marché dakarais, Thèse : Méd. Vét, Dakar, 14 p.
- [16] Vignole C., 2002- Sciences et Technologie du lait Transformation du lait. Ed. Presses Internationales Polytechnique. Canada, 600 p.
- [17] Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brule G., 2006- Science des aliments. Tome 1. Stabilisation biologique et physico-chimique. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, 381p.
- [18] Gaucheron F., 2004 - Minéraux et produits laitiers. 922 p.
- [19] Debry G., 2001-Lait nutrition et santé. Chapitre 1 : quelques définitions et principes de bases de la chimie des ions en solution dans, Minéraux et produits laitiers. Ed. Tec et Doc Lavoisier. Paris, 566 p
- [20] <http://mawdoo3.com/%20PAR%20ALAA%20SALIH>.
- [21] Pougheon S., 2001-Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. École Nationale Vétérinaire Toulouse. France, 102 p.
- [22] Luquet F.M., 1990-Laits et produits laitiers vache, Brebis, Chèvre, 2^{ème} Ed. Tec et Doc Lavoisier, 3-6 p.
- [23] Pointurier, 2003-La gestion matière dans l'industrie laitière. Ed .Tec et Doc Lavoisier. France, 34,102 p.
- [24] Neville M.C., Jensen R., G, 1995-The physical properties of human and bovine milks In JENSER. Handbook of milk Composition-General description of milks, Academic Press. Ed. Inc, 919 p.
- [25] Mathieu J., 1999-Initiation à la physicochimie du lait.Ed.Tec et Doc Lavoisier. Paris, 220 p.
- [26] Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R., Turgeon H.,2002-Composition. propriétés physicochimiques. valeur nutritive. qualité technologique et techniques d'analyse du lait In Vignola C.L. Science et technologie du lait. Transformation du lait. Ecole polytechnique de Montréal, 600 p.
- [27] Thieulin G., Vuillaume R., 1967-éléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs revue générale des questions laitières. Ed. Association laitière. Français, 388 p.

- [28] Vierling E., 1998-Aliments et boissons filières et produits biosciences. Ed. Dion. Paris, 278 p.
- [29] Vierling E., 2003-Aliment et boisson-Filière et produit, 2^{ème} Ed, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, 11 p.
- [30]Bigelow W., Bouhart G., Richardson A., BallC.,1920-Heat penetration in processing canned foods.Bull.16L.Res.Lab.Natl.Canner Ass Washington. DC.
- [31]<https://www.arageek.com/bio/louis-.1862>.
- [32][http://hama-univ.edu . sy/newsites/agricultural/ar/wp-content/uploads/2018/10](http://hama-univ.edu.sy/newsites/agricultural/ar/wp-content/uploads/2018/10)
- [33] Gosta., 1995-Les composants de traitement du lait, In Manuel de transformation du lait, Sweden. Ed. Tétrapak processing system, 73-90 p.
- [34][https://www.researchgate.net/ publication / 309984906_mhadrt](https://www.researchgate.net/publication/309984906_mhadrt).
- [36][http://classeur.pistes.org /chantier/theme/16/pasteurisation.doc](http://classeur.pistes.org/chantier/theme/16/pasteurisation.doc).
- [37] Ivan R., Brocheure., 2003- 42 questions sur le lait. Ed. Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire. Bruxelles, 14 – 15p.
- [38] Beerens H., Luquet F-M., 1987-Guide pratique d’analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. Ed. Tec et Doc Lavoisier. Paris, 10 – 15p.
- [39]Jeantet R., Croyennec T., Mahaut M, Sehuck P., Brule G., 2008-Les produits laitiers, 2^{ème} Ed, Tec et Doc Lavoisier. Paris, 11-15p.
- [40] <https://ar.esdifferent.com/difference-between-pasteurization-and-sterilization>
- [41] Rozier J., 1982-La qualité hygiénique des aliments, p 33-35.
- [42] Darinmoub., 2009-Laboratoire de contrôle la qualité et de conformité. Conseils pour le consommateur. Atakor pub, En line :<http://www.darinmoub.com/>
- [43] Nicolay L., 2006-2007-cours de génie alimentaire. Conservation par la chaleur et techniques d’assainissement particulier. Chapitre 4 pasteurisations .HE Vs Sion, 3-13p.
- [44] Yves., Tiriliy., Claude Marcel Bourgois.,1999-Technologie des légumes ,1^{er} Ed, Tec et Doc.

- [45] <http://www.mines-paristech.fr>
- [46] <https://chauffage.ooreka.fr/astuce/voir/603519/echangeur-thermique>
- [47] Kerkre F., 2012- étude échangeur à plaque au niveau de la cogénération de cevital. Mém. Master Université Bejaia.
- [48] <http://genie-alimentaire.com/spip.php?article217>
- [49] <https://www.linkedin.com/pulse/>
- [50] <https://ar-ar.facebook.com/General.Marine.Engineering/>
- [51] [https://www.labeziedubocage.fr/la-transformation-fromagere-chevre-fermier/'hg\(-è](https://www.labeziedubocage.fr/la-transformation-fromagere-chevre-fermier/'hg(-è)
- [52] Kizi Naoua ., 2013-Analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau de deux régions Akbou et Sidi Aich (Bejaia).Mém.Mastre Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 16p.
- [53] https://www2.aclyon.fr/enseigne/biotech/microbio/Milieu_culture/CHAPMAN.htm
- [54] https://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biotech/microbio/Milieu_culture/SS.htm
- [55] https://www2.aclyon.fr/enseigne/biotech/microbio/Milieu_culture/BLBVB_CLOCHE.htm
- [56] Joffin J.N., 1999-Microbiologie alimentaire. Ed. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, 20p.
- [57] Lapied L., Petransxiene D., 1981-La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers. Ed. Tech et Doc Lavoisier. Paris, 228 p.
- [58] <http://www.slideshare.net>

Normes et textes réglementaires

Audigie C.I., Figarella J., Zonszain F., 1984-Manipulation d'analyse biochimique. Ed. Doin. Paris, 264 p.

J.O.R.A, N°35. (1998). Arêt interministériel de 23 juillet 1994, Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

O.M.S. (1954), La pasteurisation du lait (organisation, installation, exploitation et contrôle). (14), p 17 – 21.

AFNOR. (1980), Recueil des normes françaises, Laits et produits laitiers. Technologies et techniques d'analyse du lait, Presse internationale polytechnique, p 1-74.

AFNOR. (1995), Détermination de l'acidité titrable en chimie, V 2 ,3 B, Edition Paris, p 7896.

AFNOR. (1998), Détermination des paramètres physico-chimiques, P 89-10.

Paul A-A., Southgate DAT. (1978), Mc cance et Widdowosn is the composition of foods. Elsevier/north Holland Biomedical Press, Ed Amsterdam, 23. p 194.

Annexes

Annexes

Annexe 1: ANALYSE MICROBIOLOGIQUE.

Tableau 1 : Tableau de NPP (Nombre le plus probable)

2 Tubes par dilution		3Tubes par dilution					
Nombre Caractéristique	Nombre cellules	Nombre caractéristique	Nombre cellule	Nombre caractéristique	Nombre cellule	Nombre caractéristique	Nombre cellule
000	0.0	000	0.0	210	1.4	302	6.5
001	0.5	001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.5	010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.9	011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.9	020	0.6	212	3.0	313	16.5
100	0.6	100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	1.2	101	0.7	221	3.0	321	15.0
110	1.3	102	1.1	222	3.5	322	20.0
111	2.0	110	0.7	223	4.0	323	30.0
129	2.0	111	1.1	230	3.0	330	25.0
121	3.0	120	1.1	231	3.5	331	45.0
200	2.5	121	1.5	232	4.0	332	110.0
201	5.0	130	1.6	300	2.5	333	140.0
210	6.0	200	0.9	301	4.0		
211	13.0						
212	20.0						
220	25.0						
220	70.0						
222	110.0						

Annexes

Annexe 2 : MATÉRIELS UTILISÉS POUR L'ANALYSE DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES.



Boite aluminium



Tuve de séchage



Appareil l'emballage



Cuve de nettoyage

Résumé

Résumé

Le but de ce travail est d'étudier la méthode de fabrication du lait pasteurisé et l'équipement utilisé, ainsi que de contrôler la qualité du produit laitier afin d'assurer l'efficacité du processus de pasteurisation. Notre objectif est de comparer les résultats d'analyse physico-chimiques et microbiologiques du produit laitier préparé par l'unité Aaila aux normes algériennes. Après analyse et évaluation des résultats, il a été constaté que le lait en poudre était de bonne qualité physique et chimique en raison de la compatibilité des résultats du rapport humidité / graisse avec les normes. Le processus de pasteurisation à un bon rendement et la température utilisée est adéquat pour éliminer les microbes.

Mots-clés : pasteurisation, paramètres physico-chimiques, paramètres microbiologique, production du lait.

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة طريقة صناعة الحليب المبستر والمعدات اللازمة كما تهدف أيضا إلى متابعة جودة المنتج وفعالية عملية البسترة من خلال تحليل العوامل الفيزيوكيميائية والمكر وبيولوجية لمنتج الحليب الذي تصنعه وحدة العائلة في تقرت من مادة الحليب الخام المستوردة من طرف شركة أونيل الديوان الوطني المهني للحليب ومشتقاته ومقارنتها بالمعايير الجزائرية. بعد تحليل وتقييم النتائج تبين ان مسحوق الحليب ذو جودة فيزيائية وكيميائية جيدة نظرا لتوافق نسبة الرطوبة والدهون مع المعايير كما تبين ان المنتج النهائي كذلك ذو جودة فيزيائية كيميائية جيدة لتوافق نتائجه مع المقاييس الجزائرية وبالتالي يمكن الاستنتاج أنّ عملية البسترة ذات مردود جيد ودرجة الحرارة المتخذة في المصنع كافية بشكل كبير في القضاء على الميكروبات.

الكلمات المفتاحية: بسترة الحليب , العوامل الفيزيوكيميائية, العوامل الميكروبيولوجية, انتاج الحليب.

Abstract

The aim of this work is to study the experimental method applied to pasteurize the milk and to define materials used during pasteurization process. Moreover, this work presents an evaluation of the efficiency of the pasteurization process by studying the effect of physico-chemical and microbiological parameters on milk quality prepared by the Aaila unit situated in the city of Tougourt-Ouargla, the results were compared with Algerian standards.

Accordingly, it was found that the milk powder has a good physical and chemical quality due to its biocompatibility with the standards, it was also found that the final product fulfils the Algerian standards in terms of physical chemical quality.

To conclude, the pasteurization process has a good yield and the physico-chemical conditions used to prepare the milk are adequate to eliminate microbes.

Keys words: pasteurisation, physical-chemicals parameters, microbiological parameters, milk production