

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences agronomiques

Option : Management de la Qualité Totale et Sécurité des Aliments

Thème

**Contribution à l'étude des paramètres qualité du
lait pasteurisé conditionné en sachet polyéthylène
cas lait pasteurisé « Pâturages d'Algérie »**

Réalisé par :

M^{elle} ICHALALENE MOUNIRA

M^{elle} TERBOUCHE HANANE

Encadré par :

M^{me}. OUNNACI L.,

Maitre assistante chargé de cours à l'UMMTO

Membres de jury :

Président : M^r. OUNNACI R., Maître assistant chargé de cours à l'UMMTO

Examinatrice : M^{me}. REMANE Y., Maître assistante chargée de cours à l'UMMTO

Examineur : M^r. MOUHOUS A., Maitre de conférences chargé de cours à l'UMMTO

Promotion 2015-2016



Remerciements

Tout d'abord Dieu tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos profonds respects et nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce modeste travail.

En particulier :

- *Notre promotrice M^{me} OUNNACI L, pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour son aide, ses conseils et son suivi durant la période de la réalisation de ce travail.*
- *Mr OUNNACI R, pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury et d'évaluer notre travail.*
- *M^{me} REMANE Y, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*
- *Mr MOUHOUS A, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*
- *Et tout le personnel de « Pâturages d'Algérie » pour leur accueil et leur professionnalisme.*
- *M^{er} BOUNSIAR M. responsable de laboratoire et tous les enseignants du département Agronomie pour tout le savoir qu'ils nous ont transmis.*

En fin nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à la réalisation de ce mémoire.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :
Celle qui m'a mis au monde, qui me donne de l'espoir qui
m'inspire courage et qui veille à ma réussite, ma très chère
maman Djamila que Dieu la protège.
Mon très cher papa Ali, pour son affection et ses conseils en or,
qui m'ont toujours servis de guide pour mon long chemin
d'étude que Dieu le protège.
Mes très chers grands parents.
Mes très chers frères Mabrouk et sa femme Sabrina, Hocine et
Tahar.
Ma chère sœur « Siham » que Dieu la protège.
Mes tantes Nadia et sa famille, Djamila.
Mon adorable amie et binôme Mounira et toute sa famille.
Toutes mes amies : Siham, Samia, Kaoussa, Lynda, Sabrina, Lili,
Sylia, Radia, Amel, Kamilia, Naim...
Toute la promotion management de la qualité totale et sécurité
des aliments 2015 /2016 à qui je souhaite un bon parcours
professionnel.

En fin à toutes personnes dont je n'ai pu citer les noms, ayant
accordé leur soutien dans les instants les plus difficiles.

HANANE



Dédicaces

Je dédie cet humble travail achevé avec l'aide de bon dieu à ceux à qui je dois mon existence et mon succès, à mon cher père qu'il repose en paix et que dieu l'accueille dans son vaste paradis. A ma chère mère pour tous ses sacrifices, ses encouragements, son amour et sa tendresse que dieu me la garde.

A mes chers frères Sadek, Mouhamed et sa femme Sabrina.

A mes chères sœurs Kaltouma, Zahra, Lynda, Hayet et à tous leurs maris.

A tous mes neveux et nièces que dieu les gardent pour nous.

A mon fiancé Nourdine pour ses encouragements et son aide et à toute sa famille.

A mes amies : kaoussa, Anissa, Sabrina...

A mon adorable binôme Hanane et sa famille.

A toute la promo management de la qualité totale et sécurité des aliments.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.

Mounira

Abs : Absence

AFNOR : Association Française de Normalisation.

°C: Degré Celsius.

C.S.R.: Clostridium sulfito-réducteur.

°D: Degré Dornic.

FAO : Food Agricultural Organization, soit « Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture ».

FMT : Flore Mésophile Totale.

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

h : heure.

H : Humidité.

Kg : kilogramme.

l : litre

MG : Matière Grasse.

ml : Millilitre.

mn : Minute.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PH : Potentiel d'Hydrogène

R.A.S : Rien à Signaler.

SARL : Société à Responsabilité Limitée.

S.aureus : Staphylococcus Aureus.

SM : Suspension Mère.

UFC : Unité Formant Colonie.

Vit A : Vitamine A

Vit D : Vitamine D

Figure 1 : Matière azotée du lait	5
Figure 2 : Organigramme de la laiterie pâturage d'Algérie	26
Figure 3 : Diagramme de fabrication du lait pasteurisé partiellement écrémé à l'unité « pâturages d'Algérie »	28
Figure 4 : Présentation graphique des résultats du pH	41
Figure 5 : Présentation graphique des résultats l'acidité.....	42
Figure 6 : Présentation graphique des résultats de la densité.....	42
Figure 7 : Présentation graphique des résultats de la MG.....	43
Figure 8 : Présentation graphique des résultats de l'EST	43
Figure 9 : Présentation graphique des résultats de la T°	44
Figure 10 : Présentation graphique des résultats du pH.....	46
Figure 11 : Présentation graphique des résultats l'acidité.....	47
Figure 12 : Présentation graphique des résultats de la densité.....	48
Figure 13 : Présentation graphique des résultats de la MG.....	48
Figure 14 : Présentation graphique des résultats de l'EST.....	49
Figure 15 : Présentation des Analyse de corrélation des paramètres physicochimiques	51
Figure 16 : Cartographie des pays les plus pollués en 2010, étude sur la pollution en environnement marin	58

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Composition chimique d'un litre de lait.....	6
Tableau n°2 : Principales propriétés des nutriments du lait.....	9
Tableau n°3 : Spécification FIL concernant la poudre de lait destinée à la reconstitution.....	10
Tableau n°4 : Les matières plastiques utilisées dans l'industrie agroalimentaire.....	14
Tableau n°5 : Avantages et inconvénients des principaux matériaux d'emballage.....	17
Tableau n°6 : La gamme des produits proposés par les pâturages d'Algérie	23
Tableau n°7 : Tableau récapitulatif des points de prélèvements et les paramètres mesurés	30
Tableau n°8 : Tableau récapitulatif des points de prélèvement et les germes recherchés	31
Tableau n°9 : Résultats de l'analyse physicochimique de la poudre de lait écrémé	38
Tableau n°10 : Résultats de l'analyse physicochimique de la poudre de lait entier	39
Tableau n°11 : Résultats d'analyses physicochimiques de l'eau de reconstitution	39
Tableau n°12 : Résultats de l'analyse microbiologique de l'emballage	40
Tableau n°13 : Résultats de l'analyse physicochimiques de lait recombéné pasteurisé avant conditionnement	41
Tableau n°14 : Résultats des analyses physicochimiques du lait recombéné pasteurisé partiellement écrémé conditionné et mis en sachet plastique en polyéthylène ..	45
Tableau n°15 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait écrémé	52
Tableau n°16 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait entier.....	52
Tableau n°17 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de reconstitution.....	53
Tableau n°18 : Résultats des analyses microbiologiques de lait recombéné pasteurisé avant conditionnement Résultats d'analyses microbiologiques du lait pasteurisé partiellement écrémé conditionné	53
Tableau n°19 : Analyse du système emballage en carton.....	54
Tableau n°20 : Matrice SWOT	63
Tableau n°21 : Matrice de corrélation (Pearson (n)).....	63

Sommaire

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

Partie Bibliographique

CHAPITRE I : Qualité du lait et l'emballage

Introduction	3
I.1. Le lait : composés et caractéristiques	3
I.1.1. Qualité du lait	7
I.1.2. La valeur nutritionnelle du lait	8
I.1.3. Le lait recombinaé pasteurisé	9
I.2. L'Emballage alimentaire du lait pasteurisé	12
I.2.1. Les fonctions de l'emballage.....	13
I.2.2. Les matériaux de l'emballage	13
I.2.3. Importance de l'emballage	18
I.2.4. La qualité du produit alimentaire à travers l'emballage.....	19
I.2.5. La réglementation des matériaux d'emballage	20
I.2.6. Interaction contenant- contenu	21
Conclusion.....	21

Partie pratique

Chapitre II : Etude de cas

II.1. Présentation de l'entreprise	22
II.1.1. Les objectifs de l'entreprise	22
II.1.2. Les produits de la laiterie Pâturages d'Algérie	23
II.1.3. L'organisation de l'entreprise	24
II.1.4. Processus de fabrication du lait pasteurisé conditionné en sachet.....	27
II.1.5. Diagramme de fabrication du lait pasteurisé	28
II.2. Collecte des données	29
II.2.1. Echantillonnage	29
II.2.2. Analyses physico-chimiques	30
II.2.3. Analyses microbiologiques	30
II.2.4. Méthodes d'analyses	31

Chapitre III : Résultats et Interprétation

III.1. Résultats et interprétation	38
III.1.1. Résultats d'analyses physicochimiques	38
III.1.1.1. Matières premières	38
III.1.1.2. Produit fini	44
III.2. Résultats d'analyses microbiologiques	52
III.2.1. Matières premières	52
III.2.2. Produit fini	54

Chapitre IV: Alternatives à l’emballage alimentaire

IV.1. Alternatives à l’emballage en plastique	57
IV.1.1. L’emballage alimentaire en Algérie : constat et réalité	57
IV.2. L’emballage plastique en Algérie	58
IV.3. Arguments pour l’emballage en plastique	59
IV.4. Disparition des ressources pétrolières et limite de l’utilisation de l’emballage en plastique	60
IV.5. Scénarios des différentes alternatives	60
IV.5.1. L’emballage en verre	60
IV.5.2. L’emballage en papier carton	61
Conclusion.....	64
 Conclusion générale	65
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Introduction générale

Introduction et méthodologie :

Les produits laitiers occupent une place importante dans la consommation alimentaire humaine, notamment pour leur valeur nutritive. Le lait est un produit alimentaire largement consommé soit à l'état naturel, soit après avoir subi différentes transformations, ce dernier est le produit le plus complet et fournit des protéines, des glucides, des lipides, il est aussi une source importante de vitamines et de calcium.

En 2014 la consommation moyenne du lait en Algérie est de 130 l/personne, se classant parmi le plus gros consommateur du lait au monde.

C'est pourquoi, la qualité du lait et ses dérivés a été réglementée par les autorités gouvernementales pour éviter les altérations physiques, chimiques, et biologiques qui sont susceptibles de le rendre impropre à la consommation.

La conservation de la qualité de lait est intimement liée aux techniques employées pour le stockage ainsi qu'à l'emballage utilisé pour le conditionnement.

Le plastique est le matériau le plus utilisé dans le conditionnement des produits alimentaires, on le retrouve partout on raison des avantages qu'ils possèdent. Cependant un certain nombre d'inconvénient lui sont reprochés à savoir le relargage de perturbateurs hormonaux, augmentation de certains cancers, est qu'il n'est pas recyclable.

En Algérie, l'emballage en plastique reste le plus utilisé pour le conditionnement du lait pasteurisé. Dans ce sens nous avons mené une étude au niveau de la laiterie « pâturages d'Algérie » dans l'objectif de voir la détérioration de la qualité physicochimique et microbiologique du lait suite à son conditionnement dans un sachet en plastique et voire éventuellement les alternatives à cet emballage.

La question principale pour laquelle nous nous sommes intéressées est de voir : **Quells sont les paramètres qualité du lait pasteurisé les plus susceptibles d'être détériorer suite au conditionnement ?**

Pour répondre à cette question nous avons énonçons les hypothèses suivantes :

H1/ La maitrise des paramètres physicochimiques permet de maintenir la qualité du lait après conditionnement.

H2/ Le choix de l'emballage est important pour l'augmentation de la durée de vie du produit.

Afin de confirmer ou infirmer la première hypothèse nous procédons à effectuer le contrôle de qualité du lait pasteurisé avant et après son conditionnement pour évaluer le changement des paramètres de qualité.

La deuxième hypothèse est étudiée à travers la présentation des industries des emballages alimentaires en Algérie et les possibilités offertes aux industriels pour des alternatives.

Pour mieux approcher ces différents points, nous avons structuré notre travail en quatre chapitres à savoir :

Chapitre I : Porte sur la qualité du lait et l'emballage.

Chapitre II : Etude du cas

Chapitre III : Interprétation des résultats.

Chapitre IV: Les alternatives à l'emballage en plastique.

Et enfin une conclusion.

Données Bibliographiques

Chapitre I :

Qualité du lait et

emballage.

Introduction :

Le lait est un produit de large consommation distribué quotidiennement par les laiteries auprès des petits commerces, il se présente sous forme de différentes formes d'emballage et différentes marques. Cependant le lait pasteurisé conditionné en sachet reste le produit le plus accessible aux consommateurs.

A travers ce chapitre nous allons faire une lecture bibliographique afin de comprendre les critères qualité du lait pasteurisé ainsi que l'effet de l'emballage alimentaire en plastique sur cette qualité.

I.1. Le lait : composés et caractéristiques

Le lait est un liquide blanc, opaque, deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée, sécrété par les glandes mammaires des femelles de mammifères destiné à l'alimentation du jeune animal naissant (**VIGNOLA, 2002**).

Il est défini par les congrès international de la répression des fraudes en 1909 comme suit : « Le lait 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 pas contenir de colostrum » (**MATHIEU, 1998**).

Le lait est un aliment très riche en nutriments : eau, glucides, matière azotée, sels minéraux, matière grasse, vitamines et enzymes.

- L'eau représente le constituant le plus important du lait et le composant le plus abondant (902 g /l). En elle, sont dispersés tous les constituants de la matière sèche du lait. Le caractère polaire de l'eau permet de former les différentes phases du lait (solution vraie, colloïdale, en suspension, et aqueuse) (**MATHIEU, 1998**).
- Glucides ou sucre principal du lait est de lactose, c'est aussi le composé prépondérant de la matière sèche totale (MST). Le lactose est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée, Peu soluble et possède un pouvoir réducteur (**CHEFTEL.J et CHEFTEL.H, 1977 ; LUQUET, 1985**).
- Matière grasse du lait se compose principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β -carotène (**VIGNOLA, 2002**).

- Minéraux tel le calcium (Ca), phosphore (p), potassium(K), magnésium (Mg) et de chlore (Cl), pour lesquels ils couvrent plus de la moitié des besoins journaliers de l'homme. Ce produit apporte également des oligoéléments à l'état de traces : zinc (Zn), iode (I), fer (Fer) et sodium (Na) (**MAHAUT et al ., 2000**).
- Vitamines principalement du groupe B telles que riboflavine (B₂), niacine, acide pantothénique, biotine(B₈) et thiamine (B₁).Il représente aussi une source de cyanocobalamine (B₁₂) et contient des quantités non négligeable de vitamines liposolubles comme les vitamines A et D. En fait, le lait contient toutes les vitamines connues, bien qu'à des concentrations différentes. Cependant, il ne permet pas de satisfaire tous les besoins vitaminiques (**MAHAUT et al ., 2000 ;VIGNOLA , 2002**) .
- **Matière azotée** est répartie en deux types : matière azotée protéique qui est composée principalement de caséines qui sont des phosphoprotéines présentes dans la phase colloïdale sous forme de micelles de caseinates de calcium. la caséine regroupe en fait différentes molécules (caséines α , K, β , γ). Les autres protéines du lait sont présentes dans la phase aqueuse et constituent les protéines du lactosérum. Parmi ces protéines figurent les globulines, les albumines, les protéases-peptones et les protéines mineures (**CEPIL, 1987**). Et Matière azotée non protéique qui comprend toutes les molécules possédant l'azote sauf les protéines. Parmi les composants de cette fraction azotée : urée, créatinine, ammoniacque, acides aminés libres, nucléotides, vitamines et hormones (**THAPON, 2005**).

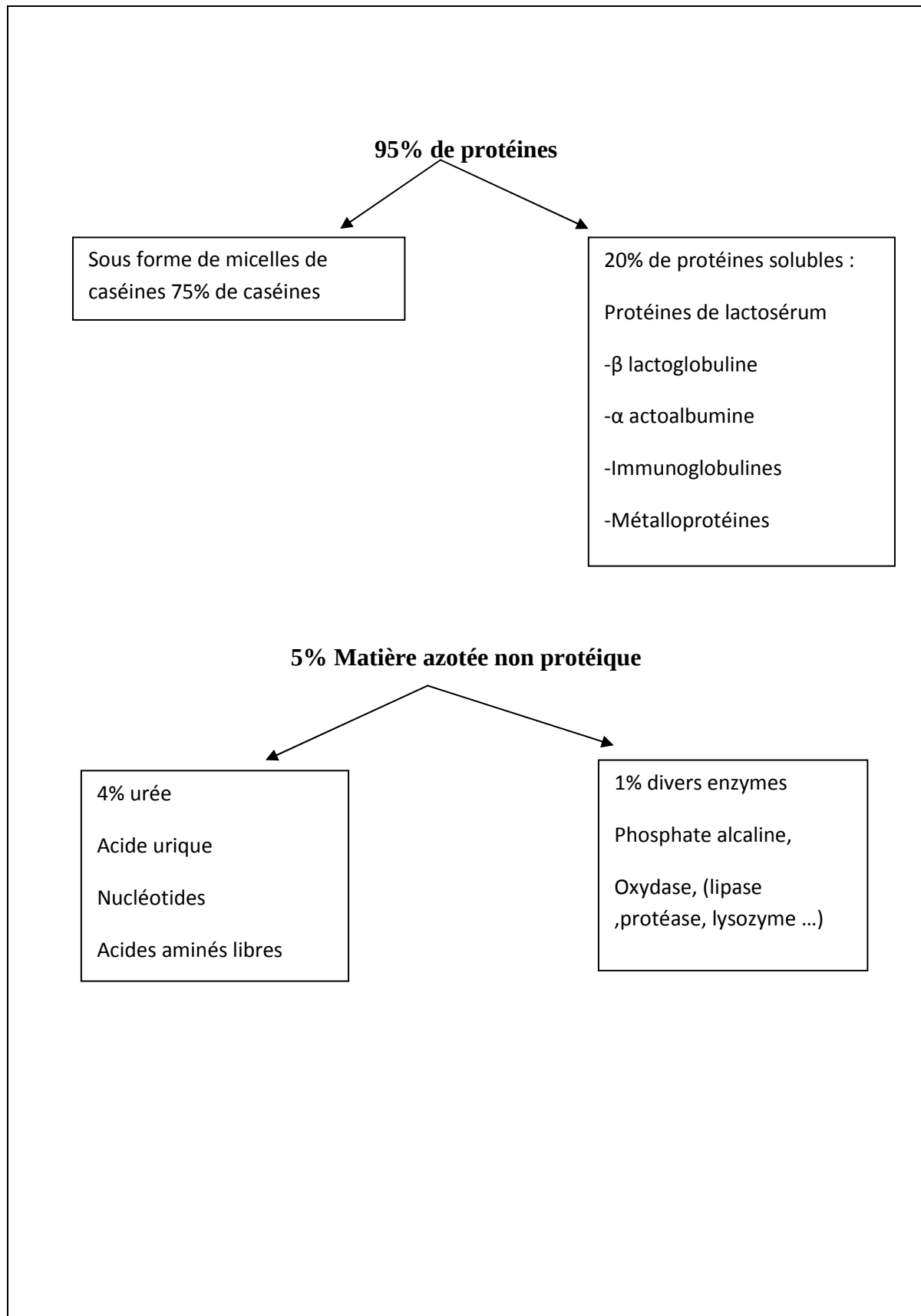


Figure 1 : Matière azotée du lait (FREDOT, 2005).

- **La composition chimique**

La composition chimique globale d'un litre de lait est résumée dans le tableau suivant :

Tableau n°1 : la composition chimique d'un litre de lait (LARPENT, 1986).

Composants	Teneur (g /l)
Eau	905
Glucides (Lactose)	49
Lipides :	34
-Matière grasse proprement dite	27
-Lécithine (phospholipide)	0 ,5
-Partie insaponifiable stérol, caroténoïde, tocophérol)	0 ,5
Protides :	34
-Caséine	27
-Protéine soluble (globulines, albumines)	5 ,5
-Substances azotées non protéique	1,5
Sels:	
-Acide citrique	2
Acide phosphorique	2,6
-Chlorure de sodium	1,7
Minéraux :	
-Potassium	0,157
-Calcium	0,125
-Phosphore	0,09
-sodium	0,04
-Magnésium	0,012
-Zinc	$0,035 \times 10^{-2}$
-Fer	$0,005 \times 10^{-2}$
-Cuivre	$0,001 \times 10^{-2}$
-Iode	$0,011 \times 10^{-3}$
-Fluore	$0 ,016 \times 10^{-4}$

Vitamines :	
-Vit A	50×10^{-6}
-Vit D	$50,1 \times 10^{-6}$
-Vit E	$0,1 \times 10^{-3}$
-Vit C	$0,7 \times 10^{-3}$
-Vit B ₁	$0,04 \times 10^{-3}$
-Vit B ₂	$0,18 \times 10^{-3}$
-Vit PP	$0,09 \times 10^{-3}$
-Vit B ₁₂	$0,42 \times 10^{-3}$
-Acide folique	$0,42 \times 10^{-4}$
-Vit B ₆	$0,060 \times 10^{-3}$

I.1.1. La Qualité du lait : où on distingue

I.1 .1.1. Qualité organoleptique représentée par les propriétés couleur, odeur et la saveur.

- **Couleur** : Le lait est un liquide opaque, blanc, plus au moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en bêta carotène. cette couleur, est due en grande partie à la matière grasse, à la caséine et à la vitamine B₂ (**BOURGEOIS et al., 1996**).
- **Odeur** : L'odeur du lait est caractéristique .en effet, le lait grâce à la matière grasse qu'il contient, fixe des odeurs animales. Ces derniers sont liés à l'ambiance de la traite, à l'alimentation de l'animal et à la conservation du lait (**FREDOT, 2005**).
- **Saveur** : La saveur du lait varie en fonction de la température de dégustation et de l'alimentation de l'animal (**FREDOT, 2005**).

I.1.1.2. Qualité microbiologique : La présence de nombreux facteurs de croissance dans le lait permet de satisfaire de nombreuses espèces de microorganisme exigeantes et difficiles à cultiver dans un milieu moins complet, qui y trouvent un substrat idéal pour leur développement (**AIT ABDELOUAHAB, 2001**).

Les microorganismes peuvent être réparti dans le lait selon leur importance, en deux grandes classes : la flore originelle et la flore de contamination, qui est subdivisée en deux sous-classes, la flore d'altération et la flore pathogène (**VIGNOLA, 2002**).

- **La flore originelle :**

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes /ml), il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : Microcoques, Streptocoques lactiques et lactobacilles (**AIT ABDELOUAHAB, 2001**). Le lait cru est protégé contre les bactéries par les substances inhibitrices appelées lacténines, avec une action de très courtes durée (1heure environ). D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade, ils sont généralement pathogènes et dangereux (**GUIRAND, 2003**).

- **La flore de contamination :**

La flore de contamination est l'ensemble des microorganismes ajoutés au lait, de la collecte jusqu'à la consommation. **VIGNOLA (2002)** distingue la flore d'altération cause des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence et réduit la durée de conservation du lait. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont *Pseudomonas sp*, *Proteus sp*, les coliformes (principalement les genres *Escherichia* et *Enterobacter*), les sporulées telles *Bacillus sp* et *Clostridium sp*, et certaines levures et moisissures. **AIT ABDELOUAHAB (2002)**, indique la présence de microorganisme pathogène dans le lait qui peut avoir comme source : les téguments de l'animal, sol, litière, eau, air, équipement de traite et de stockage du lait, insectes et homme, les principaux microorganismes pathogènes associés au lait : *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *E.coli*...etc.

I.1.2. La valeur nutritionnelle du lait

Le lait est un aliment liquide mais sa teneur en matière sèche (10 à 13%) est proche de celle de nombreux aliments solides. Sa valeur énergétique est de 700 Kcal /l. Ses protéines possèdent une valeur nutritionnelle élevée vue leurs richesses en acides aminés soufrés. Le lait représente une excellente source de calcium, phosphore mais également de vitamines : telles que la riboflavine, thiamine, cobalamine et vitamine A. il contient au contraire peu de fer et de cuivre, peu d'acide ascorbique, de niacine et relativement peu de vitamine D (**CHEFTEL.J et CHEFTEL.H, 1977 ; DUPIN et MICHAUD, 2000**).

Tableau n° 2 : Les principales propriétés des nutriments du lait (CHEFTEL et al., 1992 ; DUPIN et MICHAUD, 2000).

Nutriments	Fonctions	Bienfaits pour la santé
Minéraux : Calcium Phosphore	Formation de l'os ; -contraction musculaire ; -coagulation du sang ; Régulation d'enzymes. Métabolisme énergétique(ATP) ; -coenzyme NADP ; -phospholipides des membranes cellulaires.	Prévention de l'ostéoporose et de fractures, de l'hypertension Artérielle du cancer du côlon. Développement de maintien de la masse osseuse.
Vitamines : Vit A Vit D	-constituant d'un pigment visuel de la rétine ; -Développement des os, des dents et de la peau. -facteur favorisant le système actif d'adsorption intestinale du calcium.	Prévention contre la cécité, Les infections, le dessèchement de la peau et des yeux. Préventions de problèmes de développement osseux
Acides aminés : Ileu, leu , lys, Met, Ther, Trp, Phe, Val.	Sources essentiels à la synthèse des protéines, des parois cellulaires, fibres musculaires, enzymes et hormones.	Prévention contre les retards de croissance ; Résistance et défense contre les infections

I.1.3. Le lait recombéné pasteurisé

Selon **FAO(1998)**, la préparation du lait recombéné pasteurisé consiste à ajouter à l'eau et la poudre du lait, de la matière grasse laitière anhydre (MGLA), de façon à obtenir un lait entier ou partiellement écrémé présentant à la fois les rapports eau /matière sèche totale et matière grasse /matière sèche dégraissée conformes au produit désiré.

L'opération de recombinaison consiste à mélanger dans une eau convenable, la poudre du lait écrémé spray et la MGLA pour obtenir un produit le plus voisin possible du lait cru (LUQUET, 1990).

I.1.3.1. Les matières premières utilisées en production du lait pasteurisé

- **La poudre de lait** : Les poudres de lait sont obtenues par enlèvement partiel de l'eau du lait. Selon CAYOT et LORIENT(1998), la qualité des poudres dépend étroitement de la sévérité des traitements thermiques subis au cours de l'opération de concentration et de séchage, on distingue des poudres *Low-heat* (basse température), contenant une très faible quantité de protéines dénaturées, par conséquent une quantité élevée de protéines solubles (6 mg d'azote de protéine soluble /g de poudre). Et la poudre *Medium-heat* (moyenne température), avec une quantité d'azote de protéine soluble de 1,5 mg/g de poudre. Ainsi la poudre *high-heat* (haute température), avec une quantité d'azote de protéine soluble inférieur à 1,5mg /g de poudre. VIGNOLA (2002) définit la poudre de lait partiellement écrémé est une poudre dont la teneur en MG est comprise entre 1,5 et 25%. La dénomination poudre de lait écrémé industriel (JORA) N°80-1999, correspond à une poudre dont la teneur en matière grasse (MG) ne doit pas excéder 1,5%. Quant à la poudre de lait entier industriel est définie par le Codex alimentarius (1999), comme étant une poudre dont la teneur en MG est comprise entre 26 et 42%.

Le tableau 3 représente la poudre de lait destinée à la reconstitution (ECK et GILIS ,1997).

Tableau n°3 : Spécification la fédération international laitière (FIL) concernant la poudre de lait destinée à la reconstitution.

Critères de qualité	Poudre de lait écrémée	Poudre de lait entier
Humidité maximale	4,0%	3,0%
Matière grasse	1,25%	25 à 27%
Acidité titrable	0,10 à 0,15%	0,15%
Germes totaux (max /g)	50 000	50 000
Absence de coliformes	0,1g	0,1g
Levures et moisissures (max /g)	50	50
Odeur ou saveur anormale	Absence	Absence

(Selon ECK et GILIS, 1997)

- **La matière grasse laitière anhydre (MGLA) :**

D'après le **Codex alimentarius (1999)**, la MGLA est un produit gras, provenant exclusivement du lait et/ou de produit obtenus à partir du lait au moyen de procédés, entraînant l'élimination quasi-totale de l'eau et de l'extrait sec non gras.

La MGLA peut se conserver de 6 à 12 mois, même à des températures de 30 à 40°C, elle est liquide aux températures supérieures à 65°C et solides au-dessous de 16 à 17°C (**LUQUET, 1990**).

- **L'eau de reconstitution :** L'eau de reconstitution doit être potable et notamment répandre à la norme standard fixée par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

I.1.3.2. Processus de fabrication du lait recombinaison pasteurisé : on distingue les étapes suivantes :

- **La reconstitution :** Elle est l'opération qui consiste à diluer dans une eau convenable une poudre spray grasse, elle peut aussi correspondre à reconstituer un lait écrémé (**AVEZARD et LABLEE, 1990**).
- **Dégazage :** Il a pour but de permettre l'homogénéisation de la MGLA dans les meilleures conditions. Il a également comme intérêt de retirer partiellement au moins certaines odeurs caractéristiques des laits reconstitués. Le dégazage se fait généralement à 75°C avec une chute de température de l'ordre de 8 à 10°C (**AVEZARD et LABLEE, 1990**).
- **La recombinaison :** Elle consiste à mélanger dans des proportions convenables la poudre, la MGLA et l'eau afin de rétablir les rapports spécifiques matière grasse / matière sèche non grasse et matière sèche laitière / eau (**LEVOIR et al., 2006**).
- **La filtration :** Sert à débarrasser le lait des impuretés physiques (grumeaux de poudre, insectes, ficelles d'emballages).
- **Thermisation :** Le lait reconstitué à la fin du recyclage est porté à une température de 75°C, cette opération se fait généralement à l'aide d'un appareil à plaques (**AVEZARD et LABLEE, 1990**).
- **L'homogénéisation :** C'est un procédé physique qui consiste à l'aire éclaté par pression, les globules de matière grasse en très fines particules. Ainsi la matière grasse se trouve répartie de façon homogène dans le liquide et ne remonte plus à la surface. L'homogénéisation améliore la digestibilité des lipides (**FREDOT, 2007**).

- **La pasteurisation :** La pasteurisation est un traitement thermique qui vise avant tout à réduire les formes végétatives de certaines bactéries pathogène ; telles que le bacille tuberculeux, *salmonella thyphi*, etc. Elle élimine aussi un grand nombre d'autres bactéries thermolabiles pathogène comme *staphylococcus* et certains coliformes ou non pathogène comme les bactéries lactiques toujours présentes et susceptibles d'altérer le lait (**GUIRAUD, 2003**).
- **Refroidissement et stockage :** D'après la fédération internationale laitière (2006), le lait doit être réfrigéré immédiatement après la pasteurisation et doit être gardé à l'abri de l'air. La réfrigération est réalisée dans des échangeurs tubulaires ou à plaques et doit être menée progressivement. Les réfrigérants sont en général à deux sections, la première étant parcourue par l'eau froide, ramène le lait à une température de 15°C, la seconde dans laquelle circule de l'eau glacée complète la réfrigération jusqu'à 4°C. Après le refroidissement le lait est acheminé vers les tanks de stockages où la température est de 4-6°C, évitant ainsi l'acidification du lait.
- **Conditionnement :** Le lait pasteurisé peut être conditionné dans des sachets en plastique, carton ou Bouteilles en verre sombre. L'emballage doit avoir certaines qualités particulières non seulement présenter une forme et une apparence attrayante mais aussi offrir une protection efficace contre les chocs physiques, la lumière et la couleur, être fait de matières inertes afin de préserver le contenu des odeurs, substances ou saveurs étrangères, être économique et adapté aux exigences modernes de production, en fin l'emballage doit transmettre au consommateur des informations relatives au produit (**MICHEL et al., 2002**).
- **Commercialisation (distribution) :** Après conditionnement, les sachets du lait sont placés dans des palettes d'une capacité de 10 sachets, le transport se fait dans des camions frigorifiques.

I.2. L'Emballage alimentaire du lait pasteurisé

On entend par l'emballage (directive européenne 92/62/CE) : « tout objet destiné à contenir et à protéger des marchandises, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur et à assurer leur présentation ». Un emballage alimentaire est défini comme un matériau mono ou multicouche destiné à contenir une denrée alimentaire, en assurant sa salubrité depuis sa naissance jusqu'à sa consommation, tout en le protégeant vis à vis des pollutions microbiennes et chimiques (**ADRIAN, 2006**), et ainsi, permettre leur manutention, leur acheminement et assure leur présentation (**DAMAJ,**

2008). L'emballage est la dernière opération industrielle de la chaîne de fabrication d'un produit alimentaire. Un emballage alimentaire est l'ensemble des techniques et des matériaux utilisés pour contenir, protéger et conserver des produits pendant leur distribution, leur stockage et leur manutention, ainsi que pour les identifier, donner leur mode d'emploi et assurer leur promotion (LEUSEUR et FAUSTIN, 2001).

I.2.1. Les fonctions d'emballage: L'emballage est une étape importante déterminant la conservation et la sécurité de l'aliment. Il garantit que l'aliment sera livré au consommateur dans les conditions optimales. Il remplit plusieurs fonctions à savoir :

- Maximisation de la période de la conservation en servant de barrière contre l'humidité, l'oxygène, et les microorganismes.
- Prévenir les pertes d'arômes et protéger contre les odeurs provenant de l'environnement.
- Préserver l'intégrité, la sécurité et la qualité des produits alimentaires au cours du transport et du stockage.
- Fournir des informations pertinentes sur l'étiquette (marque, date de péremption, liste des ingrédients, producteur ou importateur, mode de préparation, recettes, etc. (BECILA, 2009).

I.2.2. Les matériaux d'emballage

Il existe une grande variété de matériaux d'emballage offrant des possibilités d'utilisation très diversifiées. Les principaux matériaux utilisés pour la fabrication de l'emballage alimentaires sont : Le verre, le métal, le papier carton et les matières plastiques.

I.2.2.1. Le plastique : il est d'origine pétrochimique, après raffinage du pétrole brut, séparation des différents constituants et éventuellement introduction de nouvelles molécules (chlore ou oxygène), les monomères (éthylène, propylène) obtenus sont polymérisés pour donner naissance aux polymères synthétiques dont les plus courants pour l'emballage des produits alimentaires sont :

- Polyéthylène téréphtalate (PET) ;
- Polyéthylène haute densité (PEHD) ;
- Polyéthylène basse densité (PEBD) ;
- Propylène (PP) ;
- Polystyrène (PS) ;

- Chlorure de polyvinyle (PVC).

Les polymères fournis sous forme de granules sont le plus souvent thermoplastiques. Il suffit d'apporter de l'énergie thermique pour qu'ils deviennent malléables et puissent être ainsi mis en forme, le refroidissement de la matière les fige dans la forme voulue. Ce phénomène de thermo plasticité est réversible. Certains de ces matériaux, qualifiés d'élastomères ou thermodurcissables sont au contraire caractérisés par l'irréversibilité partielle ou totale de ce phénomène, et seront par conséquent résistants à la chaleur après leur mise en forme (ANONYME 5, 1999). La plupart des plastiques sont à usage alimentaire comme c'est illustré dans le tableau :

Tableau n°4 : Les matières plastiques utilisées dans l'industrie agroalimentaire (ANONYME 5, 1999).

Matériaux	Principales utilisation
Polypropylène(PP)	Films et sachets transparents pour céréales, liquides, etc.
Polychlorure de vinyle (PVC)	Bouteilles (eau, huile, vin), feuilles à fabriquer des gobelets
Polystyrène (PS)	Pots de yaourt, gobelets, bouchage
Polystyrène expansé	Barquettes
Polyéthylène téréphtalate	Bouteilles pour boissons gazeuses et eau, post et flacons
Polyéthylène haute densité(PEHD)	Bouteilles, flacons, casiers à bouteilles
Polyéthylène basse densité (PEBD)	Feuilles et films rétractables ou étirables ou étirables pour le regroupement des produits et la palettisation (sacs, sachets, etc.)

I.2.2.2. Le verre : est un des plus anciens matériaux parmi ceux utilisés dans la confection des emballages des produits alimentaires. En effet, seuls la peau d'animaux, le bois et la terre cuite l'ont précédé dans ce domaine. Mais la fabrication automatique des emballages utilisés aujourd'hui en est encore plus récente (CHEFTEL et al., 1976).

Le verre est un silicate complexe composé essentiellement de silice (SiO_2), d'oxyde de sodium (Na_2O) et d'oxyde de calcium (CaO). Il est constitué par un réseau irrégulier de molécules de silice dans lequel chaque atome de silicium est lié à 4 atomes d'oxygène : dans les mailles du réseau se placent divers éléments dit « modificateurs » (**CHEFTEL et al., 1976**). On peut retenir que tous les verres utilisés dans la fabrication de l'emballage sont du type sodacalcique composés de : Silice (SiO_2) apportée par le sable, qui est l'agent vitrifiant, l'Oxydes de sodium (Na_2O) apportés par les carbonates de soude, qui est l'agent fondant et en fin Oxydes de calcium, de magnésium et d'aluminium ($\text{CaO}+\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3$), apportés respectivement par le calcaire, la dolomite et la néphéline, qui sont les agents fondants. A cette formule de base, il est ajouté des décolorants (cobalt, sélénium, en très petite quantité) pour les verres blancs, les colorants (oxydes de fer, chrome, manganèse, cobalt,...) pour obtenir les teintes souhaitées et les Oxydants ou réducteurs (sulfate, charbon, sulfure) pour obtenir les propriétés filtrantes (**MULTON, 1998**).

La très large utilisation du verre dans le domaine alimentaire n'est pas le fruit du hasard mais il est pleinement justifié par un ensemble de qualités propres au verre dont l'imperméable aux gaz, vapeurs et liquides. C'est un matériau barrière exceptionnel, la transparence qui permet de contrôler visuellement le produit. La résistance aux pressions internes subies par les liquides et mécaniques. Il peut être coloré pour permettre une protection contre les rayons ultraviolets pouvant nuire au produit contenu.

Le verre chimiquement inerte vis à vis des liquides et produits alimentaires et ne pose pas de problème de compatibilité. Il peut être utilisé pour tous les produits alimentaires liquides, solides, pâteux... et enfin le verre n'a pas d'odeur et ne transmet pas les goûts et ne le modifie pas, et reste aussi un matériau recyclable (**MULTON, 1998**). Le verre est essentiellement utilisé pour l'emballage des boissons et les produits alimentaires solides ou semi-liquides (produits laitiers, aliments pour bébés, confiture....).

Il existe plusieurs variétés de verre selon leur capacité à absorber les radiations et à faire barrage aux ultra-violets (**BEAUCHESNE, 2008**) tels le verre blanc pour l'eau, certains jus, les confitures, les yaourts, le verre champagne (teinte vert-bleu) pour la bière et l'huile, le verre feuille morte pour certains jus. Et le verre ombre-rouge pour la bière et certains jus.

I.2.2.3. Le métal : L'utilisation des matériaux métalliques pour l'emballage se justifie par certains caractéristiques qui sont : aptitude à la mise en forme, rigidité, solidité, imperméabilité, protection contre la lumière,... (**KLENIEWSKI, 1998**). Les emballages

métalliques peuvent être définis normalement comme des emballages fabriqués à partir du fer blanc ou du fer chromé ou d'aluminium (BEAUCHESNE, 2008). Ces emballages ont un intérieur revêtu d'un vernis à base d'époxy, d'acrylique de polyester ou d'organosol vinylique à fin de limiter l'attaque du métal par l'aliment. Le vernis doit être chimiquement inerte, inodore, incolore, et doit avoir une bonne résistance mécanique (protection contre les rayures). Les secteurs d'intervention sont très variés, on peut citer les liquides (huiles végétales, sirops, boissons), les conserves (légumes, fruits, pâtes, viandes) et les aliments infantiles....

I.2.2.4. Le tétra pack : L'emballage en tétra pack est d'une large utilisation pour le conditionnement de toutes sortes d'aliments, Il permet aux consommateurs de bénéficier d'aliments savoureux, sains et parfaitement salubres. Le tétra pack est un emballage écologique, il diminue les impacts environnementaux de leurs activités. L'emballage tétra pack est un emballage complexe constitué de multicouches (stratifiés) chaque couche est constituée d'un matériau différents, efficaces pour une fonction spécifique. On trouve deux types d'emballage tétra pack : le tétra pack aseptique et le tétra pack non aseptique qui diffèrent selon leurs structures. Les emballages en tétra pack sont composés pour l'essentiel de plastique et de carton. Les emballages non aseptiques sont constitués de quatre couches (polyéthylène, carton, polyéthylène, polyéthylène). Les contenants aseptiques sont renforcés d'une feuille d'aluminium extrêmement mince entre les couches de plastique et de carton. L'emballage aseptique compte au total six couches qui se suivent dans l'ordre suivant : polyéthylène, papier, polyéthylène, feuille d'aluminium, (polyéthylène et polyéthylène. L'emballage tétra pack est fait de trois matériaux superposés couches : de carton de haute qualité (75%), de polyéthylène (20%) et de l'aluminium (5%) dans le cas de tétra pack aseptique. Chacun de ses trois matériaux joue un rôle crucial (MUTHWILL et al., 1998).

Tableau n°5 : Avantages et inconvénients des principaux matériaux d'emballage (GONTARD, 1999).

Matériau d'emballage	Avantages	Inconvénients
Tous les plastiques	- Large gamme de formes et de propriétés possible ; -Soudure facile ; - Léger ; - Imprimable ; -Faible cout stockable dans un volume réduit ; - Recyclable.	-Inerte limitée : migration ; possible d'éléments nocifs ; -Résistance à la chaleur limitée ; - Non biodégradable ; -Certains sont perméables à l'eau et aux gaz.
PEBD (Polyéthylène basse densité)	-Le moins cher, le plus produit ; -Léger ; -Résistance aux températures de congélation.	- Forte perméabilité aux gaz et à la vapeur.
PP (Polypropylène)	-Un des plus légers ; -Transparent.	-perméable aux gaz et à la vapeur d'eau.
PET (Polyéthylène téréphtalate)	-Très transparent ; -Bonne résistance mécanique ; -Peu perméable aux gaz (bouteille).	- Prix élevé.
PVC (Chlorure de polyvinyle)	-Très transparent ; -Bonne résistance mécanique ; -Peu perméable aux gaz (bouteille).	-Polluant (de plus en plus remplacé par le PET pour l'eau).
EVOH (copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle hydrolysé)	-Bonne propriétés barrière à l'oxygène.	-Prix élevé.
Verre	-Inertie élevé : sécurité du consommateur ; -Très bonnes propriétés barrière ; -Bonne résistance thermique ; -Impression possible ; -Réutilisation et recyclage possibles.	-Poids très supérieur aux autres matériaux ; -Fragile ; -Encombrant au stockage et au transport ; -Coût parfois élevé.
Papier carton	-Léger et souple ; -Recyclable ; -Biodégradable ; -Bon marché.	-Sensible à l'humidité (donc utilisable pour produits peu humides ou à durée de vie courte) ; -Résistance mécanique limitée ; -Opaque.
Métal	-Bonnes propriétés barrière ; -Très bonne résistance ; Mécanique et à la chaleur ; -Recyclable	-Corrosion possible ; -Sensible aux chocs au niveau des fermetures ; -Réutilisable limitée ; -Opaque.

I.2.3. Importance de l'emballage

Toute activité industrielle a pour objectif non seulement la fabrication de produits mais également la vente de ces produits .pour cela, les produits doivent être attractifs (attirer le regard pour initialiser l'acte d'achat), bon marché et arriver dans le meilleur état possible. Pour assurer une bonne distribution de produit il est nécessaire d'imposé une étude sérieuse touchant à la fois a la conception du produit et à la conception de son emballage conférant cette protection supplémentaire qui permettra au produit d'arrivé dans l'état désiré. Il est donc nécessaire de disposer d'une méthode d'étude de l'emballage au sens général pour éviter autant que possible ces déconvenues. Cette méthode d'étude invite à se poser différentes questions qui seront développées dans les chapitres suivants :

- quoi emballer ?ou la connaissance de son produit.
- pourquoi emballer ?
- comment emballer ?ou savoir trouver le bon emballage.

Quoi emballer ?

Chaque produit, ou chaque famille de produits, constitue un cas particulier dont il convient de recenser et de connaître aussi précisément que possible les caractéristiques vues sous l'angle de l'emballage :

- Ses caractéristiques physiques telles que sa forme, sa consistance, ses dimensions, sa densité, sa viscosité, son poids.
- Sa fragilité (sensibilité aux contraintes climatiques telles que la température souvent associé à l'humidité, aux contraintes salines ou corrosives, sensibilité au rayonnement ultraviolet,...).
- Ses contraintes réglementaires (caractéristique alimentaire, danger inhérent à lui – même ou à un de ses composants,...).
- Ses données marketing telles que taille unitaire optimum, taille des emballages de regroupement ou intermédiaires ou de l'unité de transport...

Il faut en outre garder à l'esprit que modifier le produit pour augmenter son degré de résistance ou diminuer une ou plusieurs fragilités d'ensemble peut conduire à un cout global (produit +emballage +distribution) plus faible :un produit plus résistant (ce qui souvent a un effet bénéfique sur sa valeur d'usage car plus faible)conduit à un emballage plus simple, donc moins coûteux (**MULTON, 1998**).

Pourquoi emballer ?

La vie active d'un emballage commence dès que le produit auquel il est destiné y est logé ; elle se termine normalement, dans le cas le plus général de l'emballage perdu, à l'ouverture par le destinataire. il importe qu'à ce dernier stade le produit soit intact (**MULTON, 1998**).

L'emballage constitue une barrière entre le produit et le milieu extérieur, Il a plusieurs fonctions :

- Maximisation de la période de conservation en servant de barrière contre l'humidité, l'oxygène et les microorganismes.
 - Prévenir des pertes d'arôme et protéger contre les odeurs provenant de l'environnement.
 - Préserver l'intégrité, la sécurité et la qualité des produits alimentaires au cours de transport et de stockage.
 - Fournir des informations pertinentes sur l'étiquette (la marque, la date de péremption, liste des ingrédients, producteur ou importateur, mode de préparation, recette,...)
- (**BECILA, 2009**).

Comment emballer ?

La connaissance des caractéristiques des emballages et des matériaux d'emballage à la fois sous les aspects technique et économique, pour la conception d'emballage, est une évidence.

Elle doit être constamment réactualisée de façon à éviter tout excès d'emballage qui peut entraîner le maintien d'une recette éprouvée, techniquement valable mais économiquement dépassée. Elle nécessite dans toutes les autres techniques, une mise à jour permanente ainsi que le suivi de l'évolution des caractéristiques et des capacités des d'emballage (**MULTON, 1998**).

I.2.4. La qualité du produit alimentaire à travers l'emballage

La qualité : « aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins des utilisateurs » (**AFNOR**) ; Globalement, **la qualité alimentaire**, est aptitude du produit à bien nourrir l'homme ou l'animal, c'est-à-dire à leur apporter dans des conditions de sécurité complète et de plaisir, les nutriments et l'énergie nécessaire à leur métabolisme vital et à leur bonne santé. L'emballage est une étape importante déterminant la conservation et la sécurité de l'aliment, il agit sur :

- **La qualité hygiénique** : une substance alimentaire ne doit pas être toxique, soit à cause d'apports externes tels que des pesticides, soit par suite de développement de germes pathogènes ou de production de toxines ou de mycotoxines.
- **La qualité nutritionnelle** : est l'aptitude de l'aliment à bien nourrir: elle comporte d'une part, un aspect quantitatif : énergie accumulée sous forme chimique (amidon, lipides), et dont il faut éviter la dégradation par altération rendant le produit inconsommable, ou la perte par consommation compétitive par d'autres être vivants : moisissures, insectes, rongeurs. Et d'autre part, un aspect qualitatif (équilibre nutritionnel de l'aliment au regard des besoins du consommateur : acides aminés, vitamines, fer....).Il s'y ajoute, de plus en plus, une dimension « santé », dans la mesure où l'alimentation participe très largement à l'équilibre (ou au déséquilibre) de celle –ci.
- **La qualité sensorielle ou organoleptique** : cette composante hédonique de la qualité est très importante, chaque consommateur attend d'un aliment des sensations gustatives, olfactives, tactiles, visuelles, voir auditives bien déterminées. La qualité sensorielle est extrêmement sensible aux conditions de conservation et donc d'emballage. En effet un stockage mal conduit, un emballage inadéquat peuvent amener l'apparition de goûts désagréables (goût de moisi, goût de rance,...), d'odeurs (odeur de moisi), ou de modifications de consistance.
- **La qualité technologique** : intéresse surtout les matières premières et concerne non le consommateur, mais l'opérateur industriel qui recherche des matières premières ou des produits intermédiaires s'adaptant bien à un process de fabrication donné (MULTON et BUREAU, 1998).

I.2.5. La réglementation des matériaux d'emballage

La réglementation relative aux matériaux en contact des denrées alimentaires a été élaborée au niveau national et communautaire, dans le but d'assurer la protection de la santé du consommateur. Ces matériaux d'emballage doivent satisfaire les principes suivants :

- **principe d'inertie** : se caractérise par le non migration globale ou spécifique des constituants dans une quantité susceptible de présenter un danger pour la santé humaine, animale ou d'entraîner une modification inacceptable dans l'aliment (ANONYME 7, 2004).

- **principe de composition** : qui peut se traduire par une liste positive des substances autorisées pour la fabrication des matériaux.
- **Principe d'étiquetage** : il indique si le matériau est apte au contact alimentaire ou non.

I.2.6. Interaction contenant- contenu

Les phénomènes d'échange entre le produit et son emballage sont le résultat des interactions entre la matière, l'emballage son environnement, entraînant des modifications dans la composition du produit alimentaire et son emballage (**HOTCHKISS, 1997**). Parmi les sources de contamination de l'aliment on peut citer :

- **L'emballage** : un emballage idéale est celui qui possède une parfaite inertie chimique, cependant il existe toujours des interactions entre l'emballage et l'aliment telles que la sorption (**pannarum, 2001**), qui est généralement utilisés pour d'écrire un processus intégrant la pénétration puis la dispersion du diffusant dans la matrice. La perméation qui décrit le phénomène de solubilisation, diffusion de molécules volatiles venant de l'aliment et/ou de l'extérieur à travers l'emballage (gaz tel que : O₂, N₂, vapeur d'eau, composés d'arôme) (**BERLINET, 2006**). Et la migration qui désigne la masse qui se migre, elle s'exprime en mg/kg d'aliment (**GONTARD, 1999**). D'après **SAILLAND(2008)**, les molécules susceptibles de migrer sont soit des traces de monomères résiduels ou des contaminants liés au recyclage, soit des additifs ou des produits de dégradation ou des adjuvants.
- **L'aliment** : les constituants de l'aliment peuvent être transférés à l'emballage et d'en modifier sa structure en activant ainsi la migration du contenant vers le contenu, c'est le cas des aliments gras pour lesquels les interactions avec l'emballage augmentent avec le temps et avec l'élévation de la température.
- **L'environnement** : les odeurs résiduelles d'un lieu de stockage, les constituants d'ancre de la paroi externe de l'emballage peuvent traverser le contenant et venir altérer l'aliment tant au niveau organoleptique que toxicologique (**RIQUET, 1998**).

Conclusion :

Cette lecture nous à permet de voir que l'emballage alimentaire est un élément important en plus du conditionnement, ce dernier à un rôle de sécurité alimentaire, maintenir la qualité organoleptique et physicochimique du produit et surtout augmente la durée de vie du produit.

Etude expérimentale

Chapitre II :

Etude du cas.

Nous présentons à travers ce chapitre le procédé de fabrication et de conditionnement afin d'évaluer les paramètres qualité du lait pasteurisé avant et après conditionnement.

II.1. Présentation de la laiterie Pâturages d'Algérie: Créée sous le nom « LA MONTAGNARDE » en 1998 à AIN ALHAMMAM, localité distante de chef lieu de la wilaya. De quelques 60 km. Et à 160km de la capitale (ALGER) où toutes les matières utilisées atterrissent. En 2002 l'entreprise, est touchée par un incendie, à partir de là, elle a élu son siège au chef lieu de la wilaya. Sud ouest (Tizi-Ouzou). En changement de résidence et accompagner d'un nouveau nom « LES PATURAGES D'ALGERIE » le rapprochement par rapport aux localités où son produit change sont distribuées, lui permettent de maintenir sa position par rapport à ses concurrents en organisant de mieux en mieux sa logistique et la maîtrise des processus de production.

II.1.1. Les objectifs de l'entreprise : L'objectif principal des pâturages d'Algérie est d'assurer sa pérennité (vendre plus pour vivre longtemps), c'est-à-dire un maximum de produit et une rentabilité durable et continue pour garantir la survie de l'entreprise tout en étant flexible dans un environnement concurrentiel. Le second objectif des pâturages d'Algérie est de procéder à l'exportation en effet, elle est sélectionnée par ALGEX (agence nationale de promotion des exportations) parmi 44 entreprises nationales publiques est prise à participer au programme « OP TIM EXPORT ».

Autres objectifs sont fixés par l'entreprise à savoir :

A. Qualitatifs :

- Améliorer la présentation de l'entreprise
- Renforcer l'image de marque de l'entreprise
- Etablir un meilleur climat relationnel avec la clientèle
- Accroître sa pénétration sur les marchés avec sa gamme variée des produits
- Faire de mieux pour éviter l'imperfection des vendeurs tout en les formant et en mettant à leur disposition les moyens nécessaires
- Être à l'écoute des dernières technologies afin de s'adapter aux fluctuations de l'environnement

B. Quantitatifs :

- Augmentation durable du chiffre d'affaire de l'entreprise
- Rentabiliser toutes les démarches de l'entreprise
- Augmenter sa part de marché

- Exploiter toutes les opportunités offertes par le marché acquérir de nouvelles cibles potentielles.

II.1.2. Les produits de la laiterie Pâturages d'Algérie

L'entreprise « pâturages d'Algérie » propose une gamme variée de produit laitier et dérivés à savoir : lait pasteurisé, lait caillé, lait entier, lait fermenté, fromage en portion, fromage rouge, camembert...

Tableau n°6 : La gamme des produits proposée par les pâturages d'Algérie.

Types du produit	Capacité de production / jours	Type d'emballage	Les invendues
Lait pasteurisé	120 000 l/jr	Polyéthylène	En cas d'accident de fabrication
Lait caillé	50000 l/jr	Polyéthylène	
Lait entier	10000 l /jr	Polyéthylène	
Lait fermenté	10000 l/jr	Polyéthylène	
Fromage en portion	14 600 boites	Carton + Aluminium	
Fromage rouge	1 Tonne	Papier rouge	
Camembert	300 Cartons (18 boites/ cartons)	Boites en cartons + Papier cellulosique	

Source : la laiterie « pâturages d'Algérie ».

II.1.3. L'organisation de l'entreprise

L'entreprise dispose d'un département de qualité qui est géré par un ingénieur responsable HACCP, ce département qualité veille à l'application des normes mais aussi à la sécurité sanitaire des produits. Ce département qualité est subdivisé en deux services:

- Service physicochimique : qui effectue des analyses physicochimiques sur la poudre de lait, lait pasteurisé partiellement écrémé, lait caillé, le lait entier, fromage ...
- Service bactériologique : où s'effectuent différentes analyses sur ses produits mais aussi analyse de l'emballage.

L'entreprise s'est engagée à respecter les pratiques d'hygiène pour assurer la sécurité sanitaire des produits. Cet engagement se manifeste par la nomination d'un responsable HACCP qui veille à l'application des différentes étapes et analyses. Les différentes mesures d'hygiène s'appliquent à différents niveaux du processus de fabrication à savoir ;

- ❖ **La réception des matières premières et les analyses effectuées:** les matières premières tel que la poudre de lait entier ou écrémé utilisées dans la fabrication du lait pasteurisé partiellement écrémé conditionnée dans des sachets en plastique subissent différentes analyses que ce soit sur le plan physicochimique tel que la mesure de pH, de la matière grasse, de l'acidité, de la densité, de l'extrait sec dégraissé voir la couleur, l'odeur, solubilité. Ses matières premières subissent aussi des analyses bactériologiques qui consistent à la recherche des germes susceptibles d'affecter leur salubrité. On distingue : levures et moisissures, *clostridium* sulfite-réducteur, *Staphylococcus aureus*, ainsi que les Coliformes fécaux, Coliformes totaux.
- ❖ **Le personnel :** l'entreprise veille à ce que toute personne en contact avec le produit soit sensibilisée aux règles d'hygiène, exigence indispensable à une politique de «qualité» l'entreprise exige certaines règles à suivre d'où on cite : lavage des mains, tenue propre obligatoire, apport des gants et des charlottes lors de la manipulation des denrées, le personnel doit être soumis périodiquement à des visites médicales, la non circulation dans différents ateliers de production...
- ❖ **La distribution du lait:** l'entreprise dispose de plusieurs camions frigorifiques mobilisés à la distribution du lait pasteurisé et dérivés dans des bonnes conditions.

Le froid agit essentiellement en retardant l'apparition des phénomènes d'altération et en ralentissant la multiplication microbienne, notamment pour les microorganismes pathogènes et pour cela l'entreprise ne sous-traite pas cette activité, elle distribue elle-même ses produits pour s'assurer de respect de la chaîne de froid et éventuellement de la traçabilité.

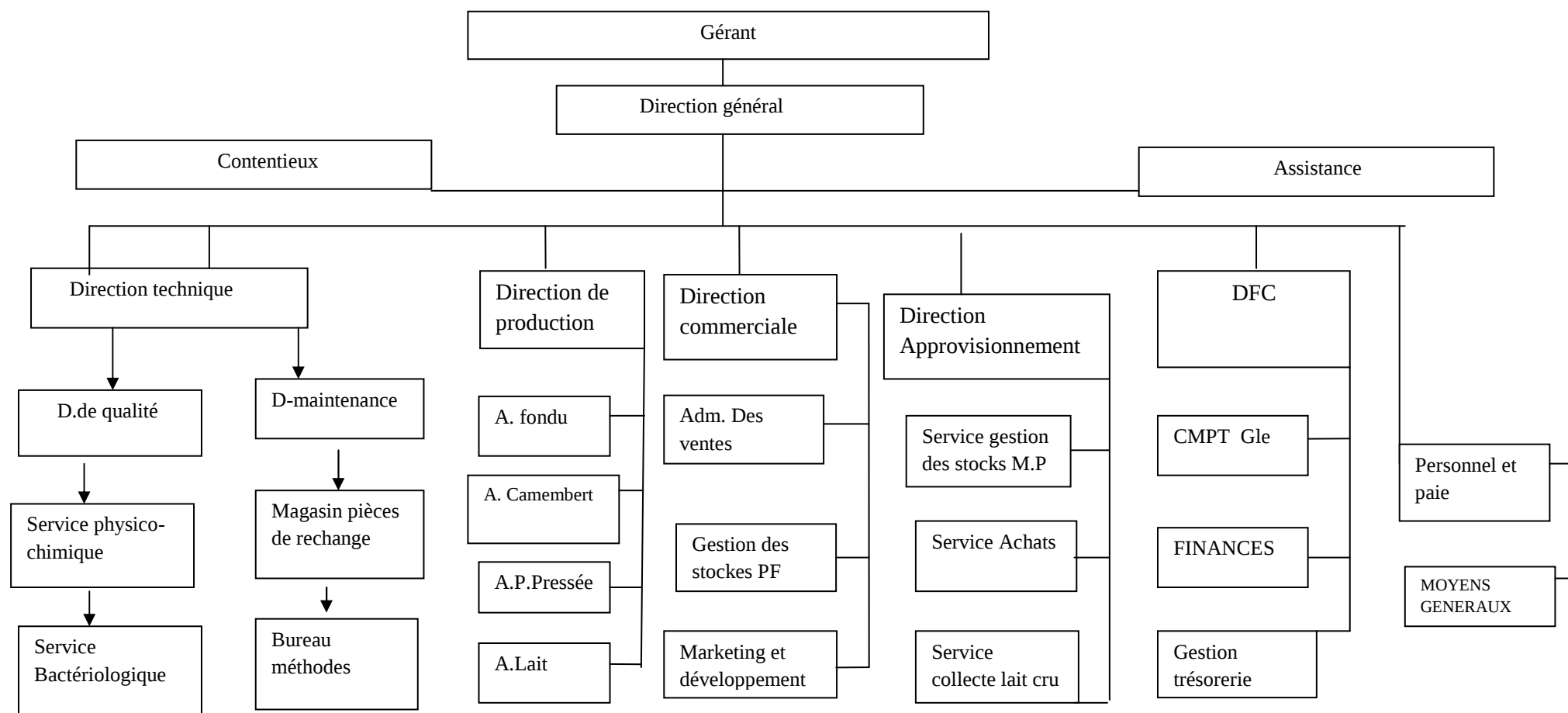


Figure 2 : Organigramme de la literie « pâturage d'Algérie ».

II.1.4. Processus de fabrication du lait pasteurisé conditionné en sachet :

Après avoir fait des différentes analyses bactériologiques et physicochimiques sur la poudre de lait (entier et écrémé), la fabrication du lait est procédée selon le diagramme suivant ;

- 1. La reconstitution :** elle consiste à faire verser le contenu des sacs de poudre (poudre de lait entier et la poudre du lait écrémé) on respectant les quantités exigées par l'ONIL (Office national des industries laitières). Le mélange de poudre du lait dans le triblindeur sera envoyer à l'aide d'une pompe dite d'envoie pour enfin de diluer avec l'eau à travers des canalisations (circuits), le lait sera ensuite acheminer vers des tanks de stockage pour une meilleur homogénéisation et une bonne réhydratation à des températures qui varient entre 10 à 15 °C.
- 2. La Pasteurisation :** le lait ainsi reconstitué sera pasteuriser à l'aide d'un pasteurisateur qui sert à faire passer le lait dans le compartiment chaud pendant quelque secondes à des températures qui varient entre 80 à 85°C et qui passera ensuite dans le compartiment froid pour refroidir le lait pour atteindre une température maximum 4 à 6 °C à la sortie du pasteurisateur.
Cette pasteurisation permet d'éliminer les micro-organismes indésirables pour l'homme. Elle s'effectue grâce au contact de plaques chaudes. Reste à signaler que la stérilisation est la meilleure méthode pour une bonne conservation du lait sur le plan hygiénique car elle élimine même les bactéries sporulées.
Le lait pasteurisé et réfrigéré à 4°C sera envoyé vers des tanks de stockage pour le conditionnement.
- 3. Conditionnement :** C'est l'étape final du processus, le lait ainsi réfrigérer à 4°C sera envoyer vers les machines conditionneuses qui servent à emballer. Le lait est prêt à être emballé dans des sachets en polyéthylène.
- 4. Commercialisation :** le lait pasteurisé conditionné en sachet sera commercialisé dans des camions frigorifiques sur différents régions.

II.1.5. Diagramme de fabrication du lait pasteurisé

Le lait pasteurisé partiellement écrémé, conditionné en sachet est fabriqué au niveau de cette unité, est composé essentiellement de la poudre de lait entier (26%) et écrémé (0%) réhydraté avec de l'eau.

Le diagramme de fabrication est comme suit :

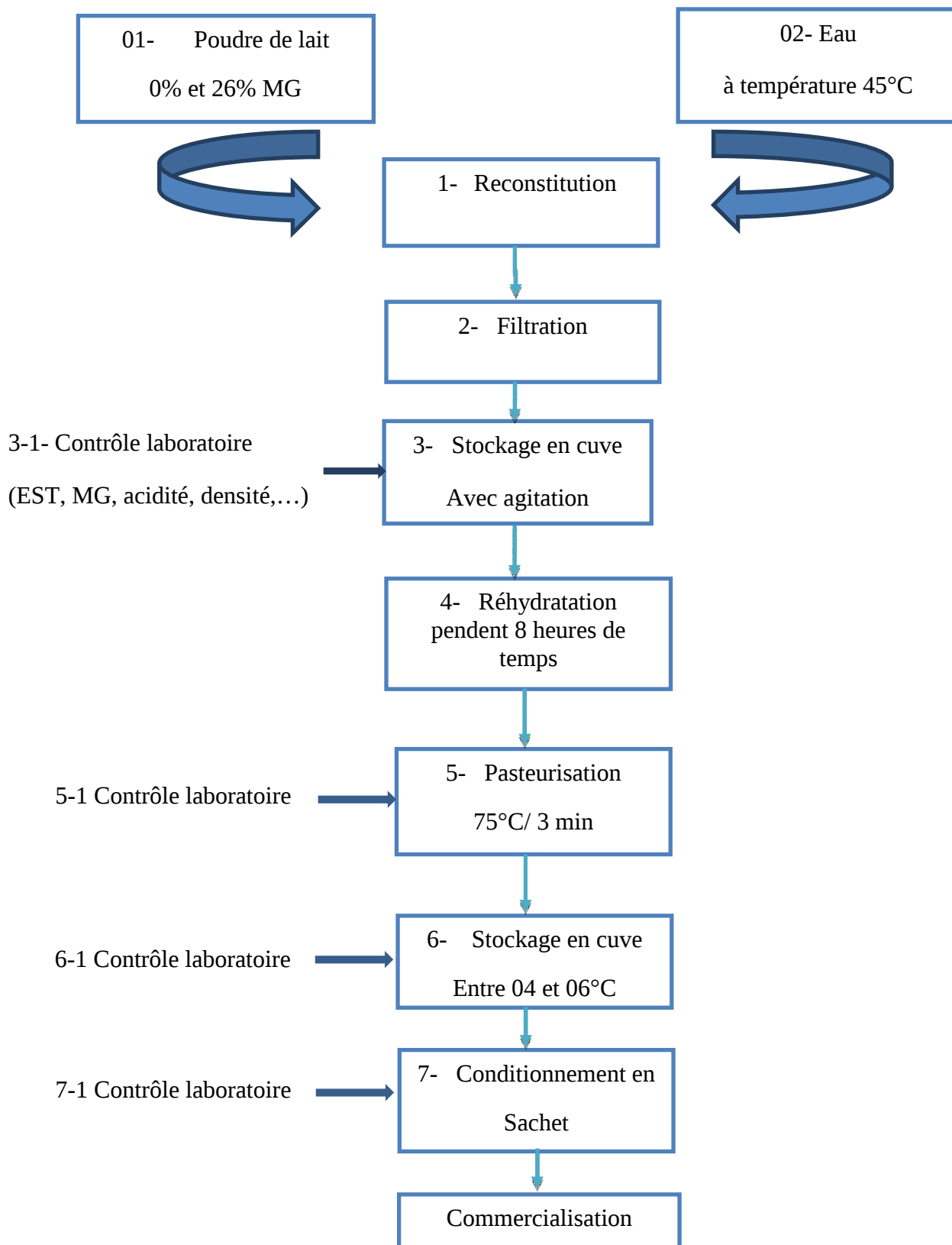


Figure 3: Diagramme de fabrication du lait pasteurisé partiellement écrémé conditionné en sachet à l'unité « pâturages d'Algérie ».

II.2. Collecte des données

Afin d'évaluer l'évolution des paramètres physicochimiques du lait pasteurisé partiellement écrémé après conditionnement, nous avons effectué des analyses physicochimiques et microbiologiques du lait pasteurisé conditionné dans des sachets en plastique type polyéthylène.

Notre démarche a été la suite : analyse de la poudre de lait (26%,0%), l'eau de reconstitution et lait pasteurisé avant et après conditionnement pendant sa durée de vie :

- Premier jour (avant et après conditionnement)
- Troisième jour après conditionnement
- Cinquième jour après conditionnement
- Une semaine après la date limite de consommation (DLC)

II.2.1. Echantillonnage

Afin d'éviter toute contamination microbiologique qui risque de fausser les résultats, les échantillons sont prélevés selon les conditions d'asepsie dans des flacons stériles, à proximité d'une flamme. Dans le but de détecter toute contamination du produit au cours de la chaîne de fabrication, nous avons réalisés le découpage du circuit suivant : matière première, sortie de pasteurisation, stockage, et le produit fini.

- **Cas du produit liquide :** Lors de prélèvement des échantillons des eaux de reconstitution ou de rinçage et du produit en cours de fabrication, il faut d'abord flamber la vanne des tanks de réception contenant le produit à analyser puis laisser couler une certaine quantité du liquide et ensuite prélever, dans un flacons stérile, la quantité suffisante pour les analyses bactériologiques et physicochimiques (GUIRAUD, 2003).
- **Cas des produits solides :** Pour la poudre de lait, le prélèvement d'un échantillon se fait à partir de deux sacs de 25kg du même lot, au moment de son arrivée, dans une boîte de pétrie stérile pour analyses bactériologiques et un autre échantillon pour analyses physicochimiques.

II.2.2. Analyses physico-chimiques

a) Objectifs des analyses : Les analyses physico-chimiques sont effectuées dans le but d'assurer au produit fini sa fiabilité et sa consistance et enfin de garantir ses caractéristiques physicochimiques et microbiologiques.

b) Les points de prélèvement et les paramètres mesurés : Les points de prélèvements des échantillons et les paramètres mesurés sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau n° 7 : tableau récapitulatif des points de prélèvements et les paramètres mesurés.

Les points de prélèvements	Paramètres mesurés
Poudre de lait (0%) et (26%)	pH, Acidité, densité, MG, humidité, couleur, goût, odeur, solubilité.
Eau de reconstitution	TA, TH, TAC, pH, chlorure.
Produit fini	Densité, acidité, température, MG, EST, pH, couleur, goût, odeur, test d'ébullition.

II.2.3. Les analyses microbiologiques

Les germes de l'environnement trouvent dans le lait un excellent milieu de culture. Il faut donc les rechercher systématiquement, d'une manière globale. Ensuite, il faut isoler et identifier ceux qui peuvent être dangereux selon les critères d'hygiène alimentaire. Il est nécessaire de maîtriser les paramètres qui agissent sur la contamination du produit fini, cette dernière dépend d'une part de la qualité des matières premières, d'autre part de l'apport de microorganismes au cours de la chaîne de fabrication. Cette contamination microbiologique pendant la fabrication peut être due à divers éléments : le matériel, le personnel, l'air ambiant, l'eau, circuit de fabrication et les opérations de nettoyage et désinfection.

Pour cela l'analyse bactériologique des produits alimentaires est indispensable pour :

- ❖ Garantir la qualité hygiénique et une bonne qualité marchande du produit.
- ❖ Assurer une bonne qualité et une longue conservation.

a. Les points de prélèvement et les germes recherchés : Les points de prélèvement des échantillons et les paramètres mesurés sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau n°8 : Tableau récapitulatif des points de prélèvement et les germes recherchés.

Les points de prélèvement	Les germes recherchés
Poudre de lait (0%) et (26%)	FMT, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Staphylocoque aureus, C.S.R, levures et moisissures.
Eau de reconstitution	FMT, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, S. aureus, C.S.R, Levures et moisissures
Emballage	Coliformes totaux, Coliformes fécaux, C.S.R, Levures, Moisissures.
Produit fini	FMT, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, S. aureus, C.S.R

II.2.4. Méthodes d'analyses

II.2.4.1. Analyses physicochimiques : Pour la poudre de lait (entier et écrémé), les différentes mesures à faire sont:

- **Mesure de pH :** Le pH est mesuré directement à l'aide d'un pH mètre muni d'une électrode combinée, la valeur du pH est lue directement sur l'écran du pH mètre (**Annexe 2**).
- **Mesure de l'acidité titrable :** Le lait renferme de l'acide lactique, qui est titré par la soude en présence de la phénophtaléine comme indicateur coloré indiquant la limite de neutralisation par changement de la couleur (**Annexe 2**).
- **Détermination de la teneur en matière grasse (MG) :** Elle est basée sur la dissolution des éléments du lait en poudre à l'exception de la matière grasse par l'acide sulfurique, sous l'influence de la force centrifuge et grâce à l'adjonction d'un ml de l'alcool iso-amylque, la matière grasse se sépare sous forme d'une couche claire et transparente (**Annexe 2**).
- **Détermination de la teneur en matière sèche (EST) de la poudre du lait :**

Elle consiste à faire évaporer l'eau d'une prise d'essai et de déterminer par pesée la quantité restante de matière sèche (**Annexe 2**).

- **Détermination de l'humidité : (voir le détail du mode opératoire au niveau de l'annexe 2).**

Quant aux mesures et analyses effectuées sur l'eau de procès, on retient :

- **Mesure de pH :** Le même procédé est appliqué pour la poudre de lait (**Annexe 3**).
- **Détermination des titres alcalimétriques TA et TAC:**

Le principe est basé sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré. Ces indicateurs sont la phénophtaléine pour le TA et le méthylorange pour le TAC (Titre Alcalimétrique Complet) (**Annexe 3**).

- **Détermination de la dureté hydrométrique (TH) :**

Le sel dissodique de l'EDTA est un agent chélateur. Il se combine en solution aqueuse avec les ions Ca^{++} pour former des composés solubles très dissocié en milieu tamponné à pH10. L'indicateur coloré, noir eriochrome (NET) donne une coloration rouge en se combinant avec les ions Mg^{++} . La fin de la réaction du titrage est indiquée par le virage au bleu-nuit (**Annexe 3**).

- **Dosage des chlorures :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrante de nitrate d'argent (AgNO_3) en présence des bichromates de potassium comme indicateur coloré. La fin de réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent (**Annexe 3**).

Pour le produit fini « lait pasteurisé » avant et après conditionnement en sachet PP

Les analyses effectuées sont :

- **Détermination de l'extrait sec total (EST):**

L'extrait sec total est la fraction massique restante obtenue par une dessiccation complète de l'échantillon. La dessiccation permet l'évaporation totale de l'eau contenue dans l'échantillon.

A l'intérieur d'un dessiccateur infrarouge, est placée une capsule préalablement séchée et tarée contenant 5 ml de lait. La dessiccation totale est obtenue à 120°C pendant 20 min.

La lecture se fait directement après affichage de la valeur sur l'écran de l'appareil, elle est exprimée en pourcentage (**Annexes 4**).

- **Détermination de la densité :**

Elle est déterminée à l'aide d'un lactodensimètre, muni d'une échelle graduée de 1020 à 1038 et d'un thermomètre, la mesure varie avec les variations de la température : elle est considérée exacte à 15°C.

Le lait est versé dossement dans une éprouvette tenue inclinée à la fin d'éviter la formation de mousse. Remplir l'éprouvette jusqu'en haut de manière à ce que le lait déborde légèrement lors de l'introduction du lactodensimètre qui est muni d'un thermomètre (**Annexe 4**).

- **Détermination de pH :**

Le pH est déterminé par immersion des électrodes de pH-mètre, préalablement étalonnée avec une solution tampon, délicatement dans le lait. La valeur du pH est lue directement sur le pH-mètre (l'analyse se fait à une température de 20°C) (**Annexe 4**).

- **Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD) :**

La teneur en matières sèches dégraissées est la masse exprimée en pourcentage pondéral du résidu obtenu après dessiccation d'un certain volume de lait puis, la pesée du résidu diminué de sa teneur en matière grasse (**Annexe 4**).

- **Détermination de la teneur en matière grasse (MG) :**

Le taux de la matière grasse d'un litre de lait est déterminé par la méthode acido-butyromètre de GERBER. Elle consiste à libérer la MG en attaquant par l'acide sulfurique les matières non grasses (caséine) en présence de l'alcool iso amylique, la centrifugation permet d'isoler la matière grasse libérée.

Dans le butyromètre, on introduit 10 ml de H₂SO₄, 11 ml de l'échantillon et 1 à 2 ml d'alcool iso amylique.

Le tout est mélangé par les retournements successifs jusqu'à ce que le contenu soit complètement homogène, les protéines soient entièrement dissoutes, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de particules blanchâtres. La solution est centrifugée pendant 3 minutes (**Annexe 4**).

- **Détermination de l'acidité :**

L'acidité exprime le nombre de grammes d'acide lactique présent dans un litre, son principe est basé sur le titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium (NaOH) N/9, jusqu'à l'apparition du virage rose (couleur rose).

Nous introduisons à l'aide d'une pipette 10 ml de l'échantillon auxquels nous ajoutons 2 à 3 gouttes de phénol phtaléine comme indicateur coloré de pH, le tout est titré par la soude NaOH N /9 jusqu'à l'apparition d'un virage rose .

L'acidité, exprimée en degré dornic (°D), est donnée par la lecture directe sur la burette du volume de NaOH multiplié par 10. Elle peut être également exprimée en gramme d'acide lactique par litre du lait avec : $1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g}$ d'acide lactique par litre du lait (**Annexe 4**).

II.2.4.2. Méthodes d'Analyse microbiologiques

A. Préparation de la suspension mère et technique des dilutions :

La suspension mère est la dilution primaire. Pour les produits solides, 10g de produit à analyser sont introduits, à l'aide d'une spatule stérile, dans un sachet stomacher taré, puis additionnés de 90ml de diluant (TSE).

La suspension ainsi obtenue constitue la dilution 10^{-1} , à partir de cette suspension mère sont préparées les autres dilutions.

Après une bonne agitation de la suspension mère dans un broyeur, une dilution 10^{-2} est préparée en transférant avec une pipette stérile 1 ml de la suspension mère dans un tube contenant 9ml de la TSE (Tryptone- Sel-Eau). Les autres dilutions sont préparées de la même façon.

Les produits liquides sont considérés comme la suspension mère (SM), les dilutions décimales sont préparées de la même manière et dans les mêmes conditions que dans le cas des produits solides. L'eau est le seul produit qui ne nécessite pas des dilutions.

B. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale (FMT) :

- **Mode opératoire :**

A partir de la solution mère et dilutions décimales on transfère aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétrie correspondante, puis on ajoute 15 ml de milieu de culture (PCA) liquéfié et refroidi à 44°C, par la suite on agite par des mouvements circulatoires de vas et viens, on

laisse solidifier puis on incube à 30°C pendant 72 heures, avec une lecture toute les 24 heures. Les colonies de germes mésophiles se présentent sous forme lenticulaire en masse.

- **Lecture :**

Dénombrement de toutes les colonies qui ont poussés dans les boîtes de pétrie contenant entre 30 et 300 colonies, le nombre de colonies sur les boîtes multipliés par l'inverse de la dilution donne le nombre de germes /gr.

C. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :

- **Mode opératoire :**

On prend 2 boîtes de pétri codifiées et recouvertes de la gélose OGA (Agar Glycose tetracy Aine) fondue à 90°C, refroidie à 45°C et solidifiée à l'avance, ensuite on étale 1 ml de la solution mère sur la surface, et on les incube à 30°C pendant 4 à 5 jours.

- **Lecture :**

Les levures forment des colonies rondes, lisses, légèrement bombées, opaques, et parfois pigmentés en jaune, orange ou blanche, mais plus volumineuses que celles des bactéries. Par contre les colonies de moisissures sont veloutées et plus grandes sous forme de poils blancs. Les résultats sont exprimés par nombre de germes par gramme ou par 1 ml de produit.

D. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

- **Mode opératoire :**

On transfère aseptiquement à partir de la solution mère ou dilutions décimales 1 ml à l'aide d'une pipette Pasteur dans la boîte de pétrie, on rajoute ensuite 15 ml de la gélose VRBL préalablement liquéfié puis refroidie à 45°C, les boîtes sont homogénéisés par des mouvements circulaires après solidification de la première couche, on rajoute une deuxième couche et on les incube à :

- 30°C pendant 24 h pour les coliformes totaux.
- 44°C pendant 24 h pour les coliformes fécaux.
- **Lecture :**

Pour les ensemencements en milieu solide, la lecture s'effectue directement sur les boîtes de pétri. En effet les coliformes totaux apparaissent sous forme ovale et d'une couleur rouge.

Les coliformes fécaux sont sous forme de colonies colorées (rouge foncé fluorescent)

E. Recherche et dénombrement des Clostridiums sulfito- réducteurs (CSR) :

- **Mode opératoire :**

Au moment de l'emploi, on fondre un flacon de gélose viande de foie, on le refroidisse à 45°C puis on rajoute une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium, on le mélange soigneusement, ainsi le milieu est prêt à l'emploi.

On transfère 0,1 ml à partir de la solution mère ou dilutions décimales dans des tubes contenant 7,5 ml de GVF (gélose viande fois) additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer on incube à 37°C pendant 24 h.

Avant ensemencement on procède à la vitrification à 80°C pendant 10 min.

- **Lecture :**

C'est le nombre total des colonies noires dans le tube multiplié par l'inverse de la dilution.

F. Recherche et dénombrement des staphylocoques :

- **Préparation de milieu d'enrichissement :**

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le milieu GIOLLTI Contonii pour ajouter 15 ml d'une solution de tellurie de potassium. Mélanger soigneusement, le milieu et alors prêt à l'emploi.

- **Ensemencement :**

A partir de la dilution décimale retenue, porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube stérile.

Ajouter par la suite environ 15 ml de milieu d'enrichissement, bien mélanger, le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C pendant environ 48 heures.

- **Lecture :**

Seront considérés comme positifs, les tubes ayant viré en noir. Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement des Staphylocoques. Les tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose CHAPMAN préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées.

Les boîtes de CHAPMAN ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures après ce délai, repérer les colonies suspect à savoir, les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvue d'une catalase et coagulase.

G. Recherche et dénombrement des germes dans les sachets de conditionnement :

On a pris environ 3 sachets vides, hermétiquement fermés au niveau des conditionneuses.

Au laboratoire de bactériologie et près de bec bunsen, le sachet est perforé à l'aide de la flamme et on y introduit ainsi 9 ml d'eau physiologique stérile, qui seront par la suite récupérées et analysées.

Chapitre III :

Interprétation des

résultats.

Nous allons présenter les différents résultats d'analyse physicochimique et microbiologique à travers les analyses statistiques.

III. Résultats et interprétations

III.1.1. Résultats des analyses physicochimiques : les résultats des analyses sur les principaux constituants de la matière première, le produit fini et l'emballage nous permettront de les confronter aux normes fixées par le Journal Officiel de la République Algérienne (J.O.R.A) (1998) et Association Française de Normalisation (AFNOR) (1986) admises sur le marché national et ainsi définir la qualité du lait pasteurisé avant et après conditionnement.

III.1.1.1. Matières premières : la laiterie pâturages d'Algérie utilise la poudre de lait écrémé et poudre de lait entier provenant de la Belgique, France, Hollande,... elle est conditionnée dans des sacs en papier crafté après le polyéthylène de 25kg et stockée dans un dépôt à l'air ambiant. Les analyses de la matière première portent sur les analyses des constituants de :

- **La poudre de lait écrémé**

Les résultats de l'évaluation des paramètres physicochimiques de la poudre de lait écrémé sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau n°9 : Résultats de l'analyse physicochimique de la poudre de lait écrémé.

Essais Echantillons	1	2	3	Normes JORA (1998)
H (%)	4	3.5	4	≤ 4
Densité	1032	1032	1032	1032
Acidité (°D)	15.5	15.5	15.5	15.5 – 16
MG(%)	0.5	0.8	0.5	0.5 – 1
Qualité organoleptique				
Couleur	Blanche	Blanche	Blanche	Blanche
Gout	R.A.S	R.A.S	R.A.S	-
Odeur	R.A.S	R.A.S	R.A.S	-
Solubilité	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne

Source : Résultats de nos propres analyses

Ainsi nous constatons que les 8 paramètres analysés à savoir le taux d'humidité, la densité, l'acidité, le taux de la matière grasse, la couleur, le goût l'odeur et la salubrité sont conformes aux normes J.O.R.A (1998).

Ces résultats prouvent que les bonnes conditions de production sont appliquées et respectées par le fabricant. Le taux d'humidité et la couleur ainsi que l'odeur renseignent sur les bonnes conditions de stockage au niveau de l'unité de production.

- **La poudre de lait entier**

Les résultats de l'évaluation des paramètres physicochimiques de la poudre de lait entier sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°10 : Résultats de l'analyse physicochimique de la poudre de lait entier.

Essais Echantillons	1	2	3	Normes AFNOR
H (%)	4	4.3	3.8	3 – 4
Densité	1031	1030	1032	1030 – 1033
Acidité (°D)	12	14	13	10 – 15
MG(%)	26	26	26	26
Qualité organoleptique				
Couleur	Jaunâtre	Jaunâtre	Jaunâtre	Jaunâtre
Gout	R.A.S	R.A.S	R.A.S	-
Odeur	R.A.S	R.A.S	R.A.S	-
Solubilité	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne

Source : Résultat de nos propres analyses

Les résultats représentés dans le tableau montrent que le taux d'humidité est supérieur à la norme. Cette non-conformité nous renseigne sur le non-respect des conditions de stockage de la poudre de lait importée. Les autres paramètres mesurés quant à eux ne présentent aucune anomalie.

- **L'eau de reconstitution**

Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de reconstitution sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau n° 11 : Résultats d'analyses physicochimiques de l'eau de reconstitution.

Essais paramètres	1	2	3	Normes AFNOR(1986)
TA (°F)	0	0	0	0
TAC (°F)	51	52	51	Max 50
TH (°F)	66.8	72	85.2	Max 60
pH	6.54	6.50	6.52	6.5-8.5
Chlorure (mg/l)	193	200	187.6	Max 200 mg/l

Source : Résultats nos propres analyse.

Les résultats obtenus lors de l'analyse physicochimiques de l'eau de procès montrent que le pH de l'eau utilisé pour la reconstitution est conforme à la norme AFNOR(1986), et en est ainsi pour le titre alcalimétrique TA et le titre alcalimétrique complet TAC.

Cependant, l'eau de proces utilisé par la laiterie « pâturage d'Algérie » présente un TAC légèrement supérieur aux normes, ce qui entraîne de l'entartrage de la tuyauterie et des échangeurs thermiques, pouvant engendrer des difficultés de nettoyage.

De plus, en remarque que la valeur du titre hydrométrie TH entre (66.8 et 85.2) est légèrement supérieur à la norme, d'où une forte concentration Ca^{++} et en Mg^{++} .

Emballage

Seules les analyses microbiologiques ont été effectuées, les caractéristiques mécaniques et chimiques n'ont pas été retenues dans notre analyse vu le manque des moyens mis à notre disposition au niveau de laboratoire de l'entreprise. L'analyse microbiologique de l'emballage alimentaire retenu par l'entreprise en plastique nous renseignera sur l'hygiène du matériau du conditionnement.

Tableau n°12 : Résultats de l'analyse microbiologique de l'emballage.

Essais Paramètre	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Coliformes totaux /ml	0	0	0
Coliformes fécaux/ml	Abs	Abs	Abs
C.S.R /ml	0	0	0
Levures /ml	Abs	Abs	Abs
Moisissures /ml	Abs	Abs	Abs

Source : Résultats de nos propres analyses

On constate l'absence totale de coliforme, de levures et de moisissures sur ce matériau de conditionnement. Le choix des fournisseurs et les exigences de l'industriel en termes d'hygiène permettent un approvisionnement de qualité pour l'emballage.

Pour voir l'évolution de la qualité du lait après conditionnement nous procédons à l'analyse de la qualité du lait en deux temps à savoir avant et après conditionnement du lait, ses analyses portent sur les caractères physicochimiques et microbiologiques.

❖ Le lait recombinaé pasteurisé avant conditionnement

L'analyse physicochimique du lait recombinaé a révélé les résultats suivants :

Tableau n° 13 : Résultats des analyses physicochimiques de lait recombinaé pasteurisé avant conditionnement.

Essais Paramètres	1	2	3	Normes AFNOR(1986)
pH	6.72	6.70	6.69	6.50-6.75
Acidité (°D)	15	15	15	15-18
Densité	1032	1032	1031	1030-1033
MG (%)	17	17	17	15-20
EST(%)	100.1	100	100.89	107±1
Température	6	5.5	6,5	4-8

Source : Résultats de nos propres analyses

✓ La présentation graphique des résultats d'analyses physicochimiques effectuées sur le lait pasteurisé avant conditionnement:

• Paramètre pH

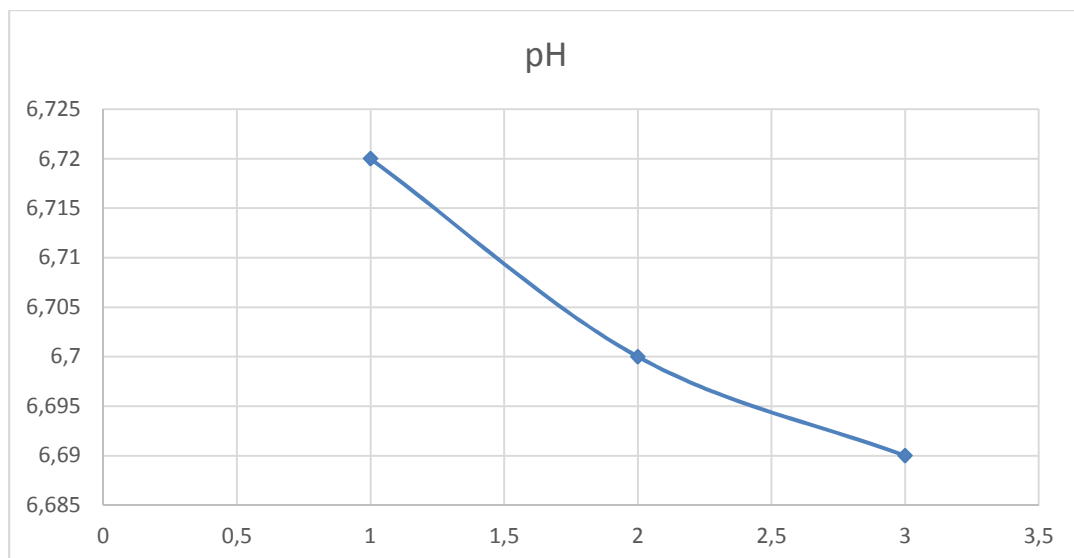


Figure 4 : Présentation graphique des résultats du pH

Le graphe suivant montre que les valeurs du pH sont irrégulières. Cette irrégularité peut être expliquée par les conditions de prélèvement au niveau du laboratoire. Cependant les valeurs pH se situent dans les normes exigées.

- **Paramètre Acidité**

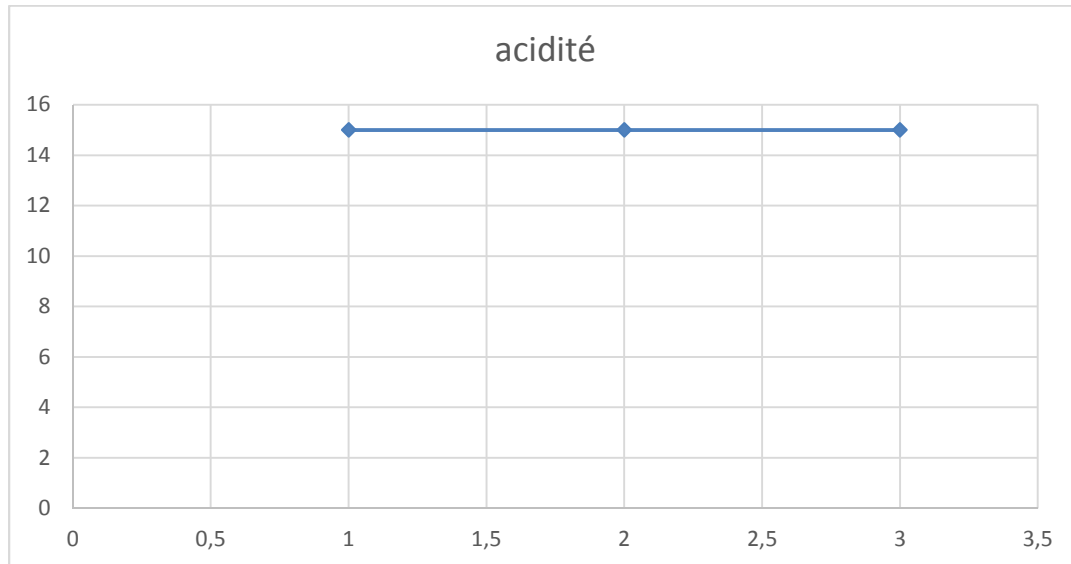


Figure 5 : Présentation graphique des résultats d'acidité

Le graphe suivant montre que les résultats obtenus sur les trois échantillons sont identiques, la valeur de l'acidité est de 15°D, cette valeur se situe dans les normes exigées par AFNOR (1986).

- **Paramètre densité**

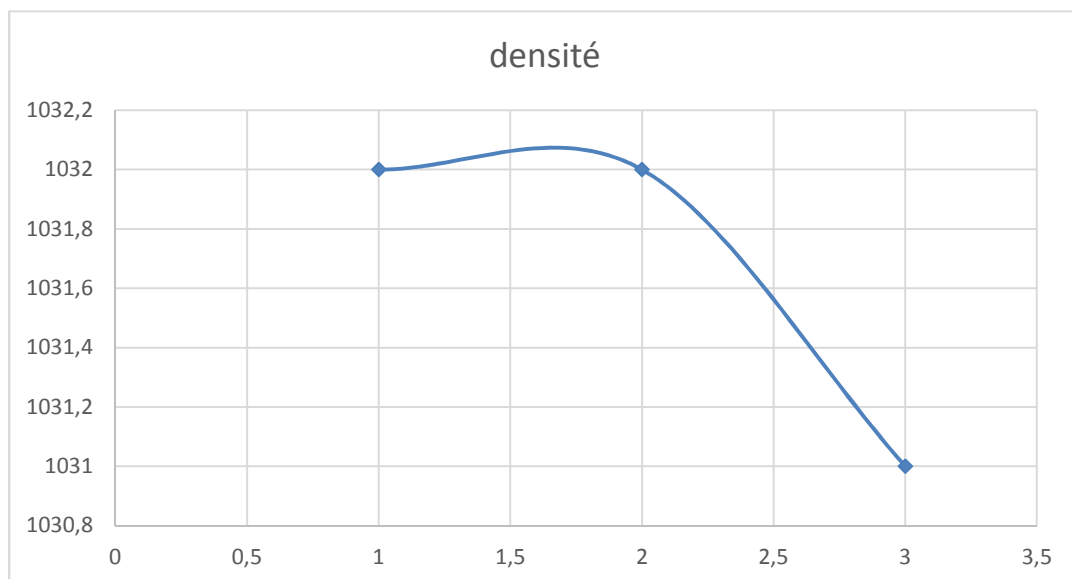


Figure 6 : Présentation graphique des résultats de la densité

Le graphe suivant montre une égalité des résultats entre l'échantillon 1 et l'échantillon 2 qui est de 1032 en comparaison avec l'échantillon 3 qui est de 1031 cette variation des résultats est liée à la variation de température, lorsque cette dernière est élevée on note un abaissement de la densité, mais les résultats restent dans les normes exigées.

- **Paramètre de la Matière Grasse (%)**

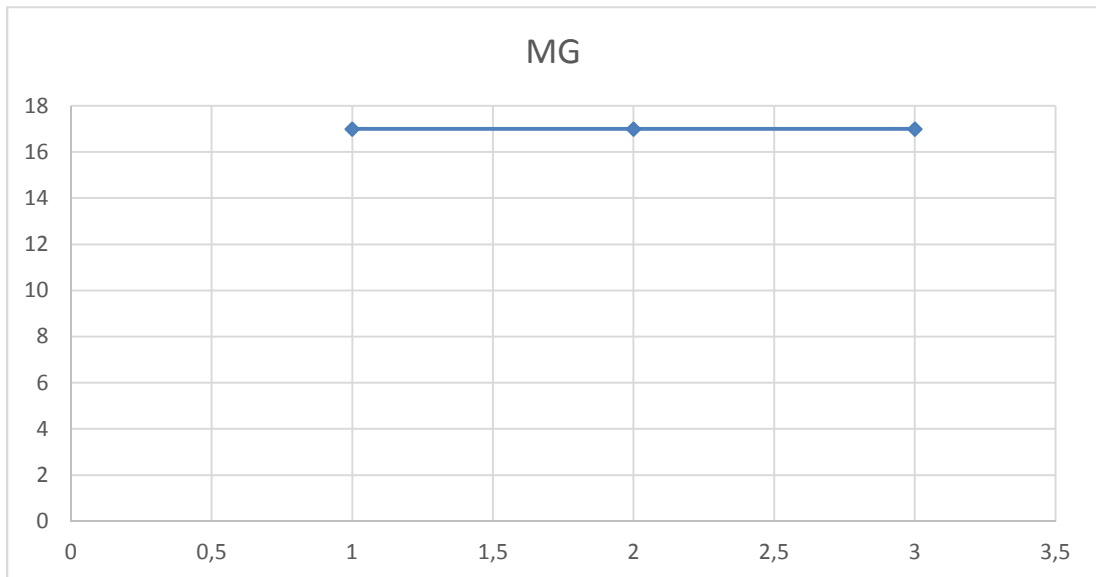


Figure 7 : Présentation graphique des résultats de la matière grasse

Le graphe suivant montre que le taux de la matière grasse pour les 3 échantillons est stable, elle est de 17%, aussi cette dernière se situe dans les normes exigées par AFNOR (1986)

- **Paramètre Extrait Sec Total (%)**

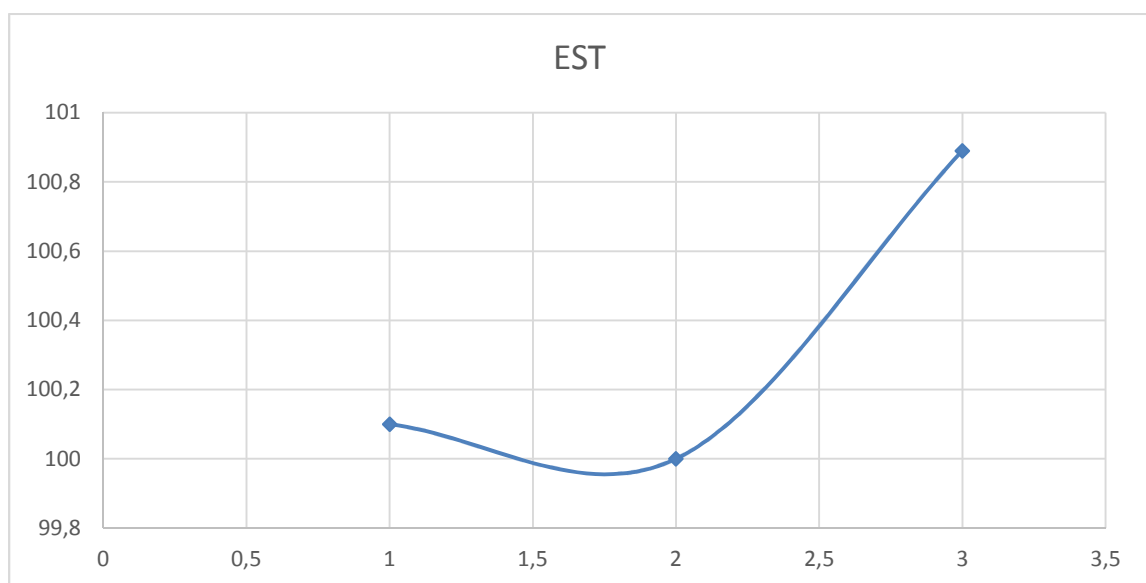


Figure 8 : Présentation graphique des résultats de l'extrait sec total

Le graphe suivant montre que le taux de l'extrait sec total pour les trois échantillons est irrégulier. Cette différence revient aux méthodes d'analyses, en effet les mesures doivent être prises dans intervalle temps biens précis afin que le dessiccateur puisse se refroidir après chaque mesure.

- **Paramètre T (°C)**

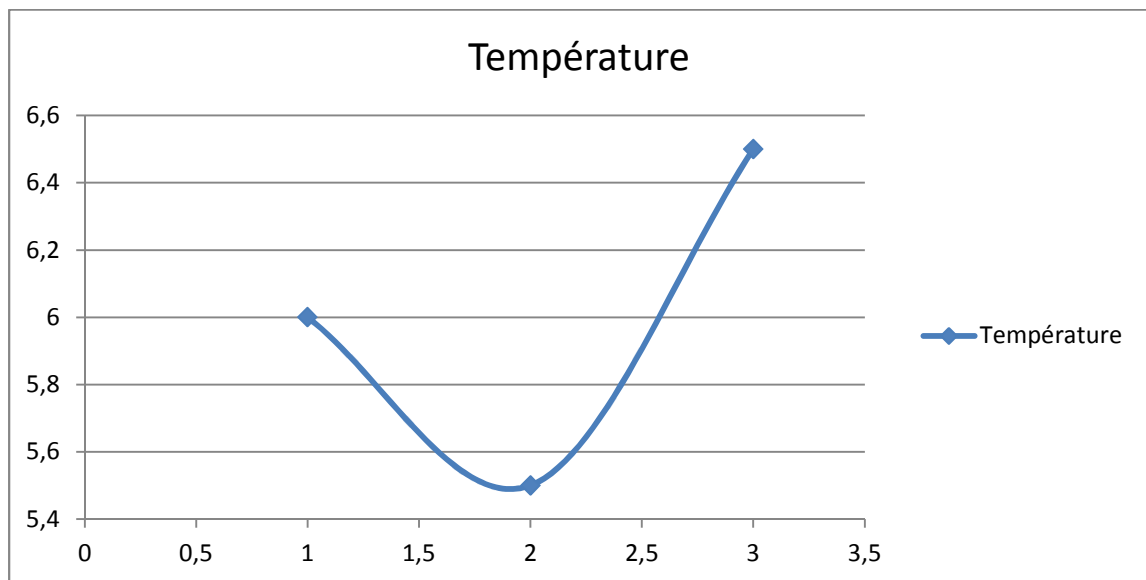


Figure 9 : Présentation graphique des résultats de la température

Le graphe suivant nous confirme l'effet de la température sur les résultats des analyses.

L'augmentation de cette dernière induit à l'abaissement du la densité et vis vers ça.

Cependant cette température reste dans les normes entre 4-8C°, ce qui a permis de trouver des résultats acceptables.

III.1.1.2. Produit fini :

- **Lait pasteurisé partiellement écrémé conditionné**

Les analyses physicochimiques du lait recombinaé pasteurisé conditionné sont prélevées dans un espace de temps allant du 1^{er} jour du conditionnement, 3^{ème} jours après conditionnement, 5^{ème} jours et enfin une semaine après conditionnement et mise en sachet.

Les résultats ainsi obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n° 14: Résultats des analyses physicochimiques du lait recombinaé pasteurisé partiellement écrémé conditionné et mis en sachet plastique en polyéthylène.

1 ^{er} jour après conditionnement				
Paramètres	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes AFNOR(1986)
pH	6.72	6.70	6.71	6.50-6.75
Acidité (°D)	14	15	13	15-18
Densité	1032	1031	1031.7	1030-1033
MG(%)	15	15	15	15-20
EST(%)	100.1	102.3	100	107±1
3 ^{eme} jour après conditionnement				
Paramètre	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes AFNOR(1986)
pH	6.49	6.53	6.60	6.50-6.75
Acidité (°D)	12	14	15	15-18
Densité	1031	1032	1031	1030-1033
MG(%)	16	16.5	16	15-20
EST(%)	100.7	101	100.95	107±1
5 ^{eme} jour après conditionnement				
Paramètre	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes AFNOR(1986)
pH	6.67	6.72	6.55	6.50-6.75
Acidité (°D)	14	16	17.5	15-18
Densité	1032	1031	1032	1030-1033
MG(%)	16	17	15	15-20
EST(%)	100	100.3	102	107±1
Une semaine après la date limite de consommation(DLC)				
Paramètre	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes AFNOR(1986)
pH	6.74	6.59	6.61	6.50-6.75
Acidité (°D)	16	17	17	15-18
Densité	1031	1032	1031	1030-1033
MG(%)	16	17.5	15.9	15-20
EST(%)	105.9	106	105.2	107±1
Qualité organoleptique				
Gout	R.A.S	R.A.S	R.A.S	R.A.S
Odeur	R.A.S	R.A.S	R.A.S	R.A.S

Test d'ébullition	R.A.S	R.A.S	R.A.S	R.A.S
-------------------	-------	-------	-------	-------

Source : Résultats de nos propres analyses

✓ **Présentation graphique des résultats et tendance des paramètres physico chimiques effectuées sur le lait pasteurisé après conditionnement:**

Le logiciel Xstat est mobilisé pour la représentation et la lecture des résultats relatifs aux prélèvements des échantillons dans le temps. Ainsi l'évolution de chaque paramètre est fixée en fonction des normes et du temps après l'opération conditionnement.

- **Paramètre PH**

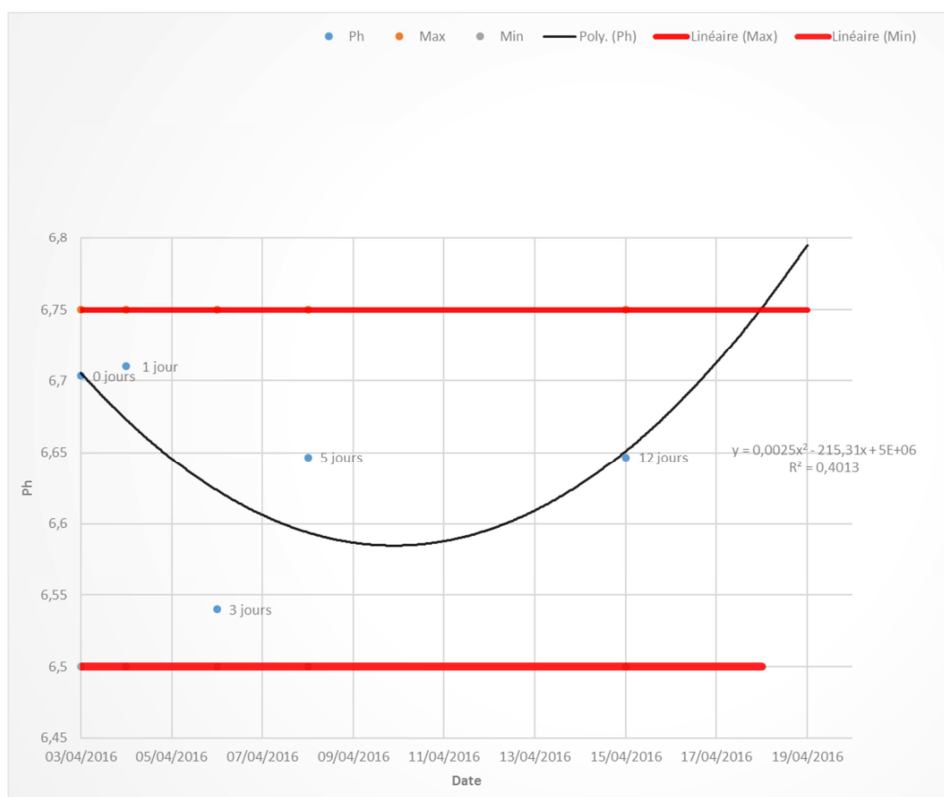


Figure 10 : Présentation graphique des résultats du pH

Le pH est un paramètre physicochimique très important dans l'industrie laitière, il détermine l'acceptation ou non du lait recombéné.

En sachant que la norme acceptée pour le taux du pH est comprise entre 6,5 et 6,75, la représentation graphique des résultats obtenus du pH dans le temps suit une régression linéaire simple avec $r^2 = 0,401$. La projection du pH sur l'axe temps nous renseigne que le

maximum toléré du paramètre pH ne sera atteint que le 19/04/2016 soit 10 jours après la DLC.

- **Paramètre acidité**

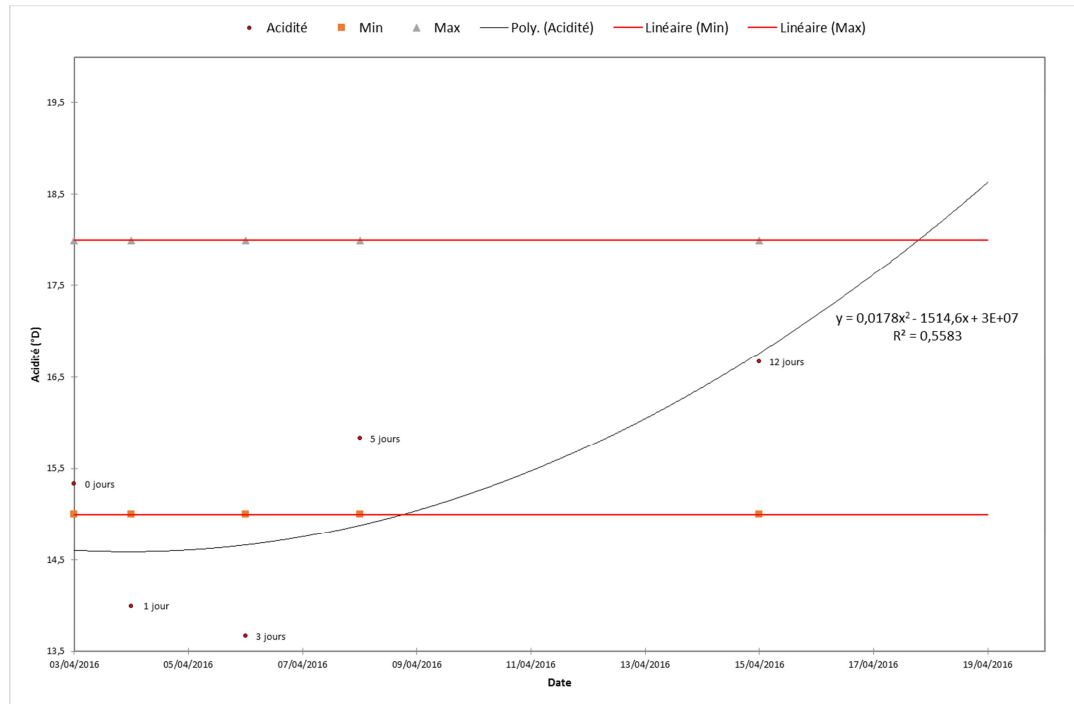


Figure 11 : Présentation graphique des résultats du l'acidité

L'acidité est le paramètre qualité qui nous renseigne sur la fraîcheur de lait. La représentation graphique du paramètre acidité par le logiciel Xstat nous permet de voir son évolution dans le temps.

D'après le graphe suivant on constate que l'acidité est légèrement inférieure aux normes ce qui est dû à la qualité de la poudre de lait qui est humidifiée.

L'évolution de l'acidité titrable représente des valeurs irrégulières où une tendance à l'augmentation est enregistrée à partir du 5^{ème} jour après conditionnement. En effet, la projection de la valeur acidité sur l'abscisse temps nous révèle que dans les conditions des prélèvements à savoir la température qui est entre 4-8°C, l'acidité atteint son taux maximum toléré le 15/04/2016, ce qui représente une semaine après la DLC.

- **Paramètre Densité :**

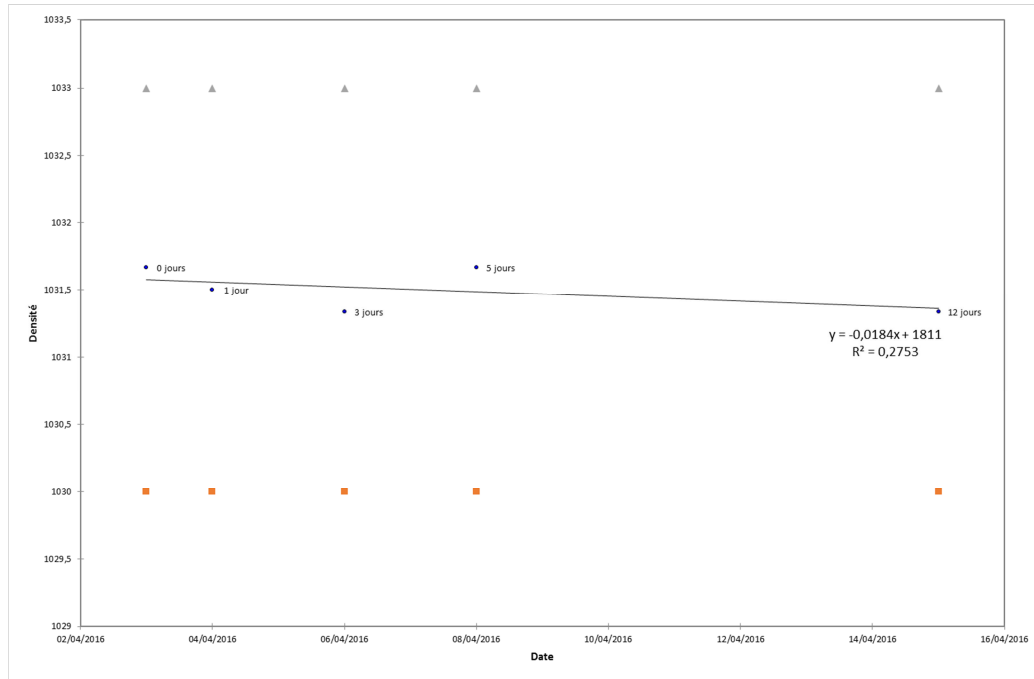


Figure 12 : Présentation graphique des résultats de la densité

Les résultats illustrés varient entre 1031 et 1032°D, ces valeurs sont comprises entre l'intervalle rapporté par le JORA soit 1030-1033. La densité enregistrée est cependant régulière avec une tendance à la baisse après l'opération conditionnement. Cette représentation montre que le taux de densité du lait pasteurisé n'est pas affecté par le conditionnement en sachet pp.

- **Paramètre Matière grasse**

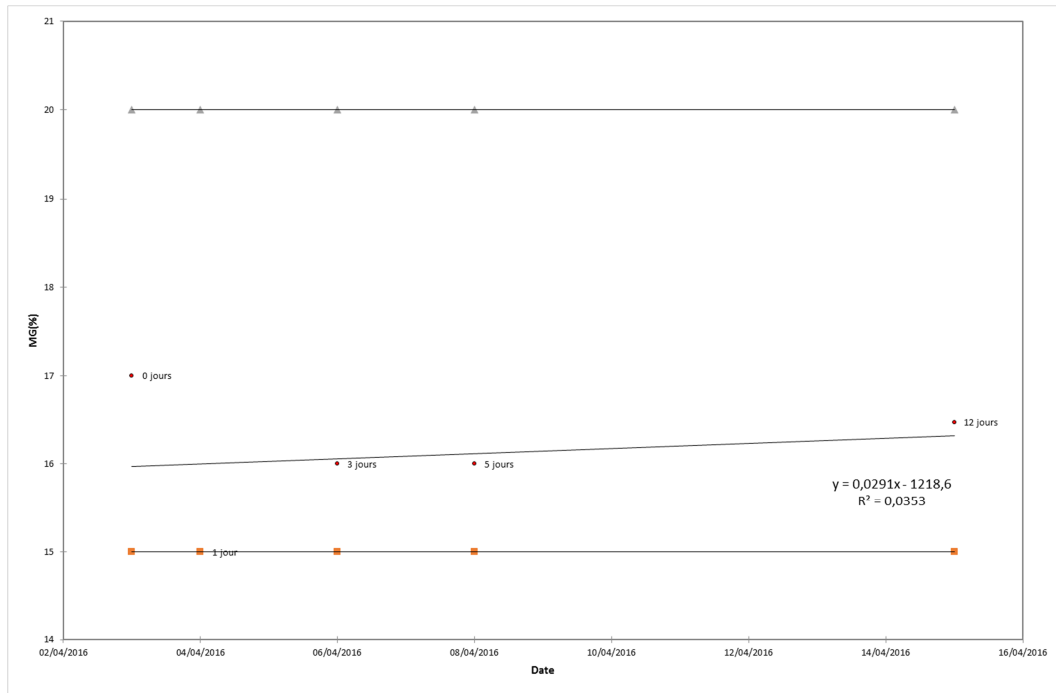


Figure 13 : Présentation graphique des résultats de la matière grasse

L'examen des résultats mentionnés montre que la teneur en matière grasse du lait conditionné se situe dans l'intervalle 15-17,5 g/l, est dans la fourchette admise dans le journal officielle de la république Algérienne 1993 (15 à 20 g/l).

Cette teneur en matière grasse du lait conditionné résulte principalement du rapport matière grasse/ matière sec total. Nous rappelons que la laiterie les pâturages d'Algérie utilise pour la préparation du lait reconstitué partiellement écrémé la poudre écrémée (0% de MG), la poudre de lait entier (26% de MG) et l'eau. La faible variation du taux de la matière grasse après conditionnement, dans le temps représentée par un $r^2 = 0,035$, nous renseigne sur la faible interaction entre conditionnement et produit.

- **Paramètre EST**

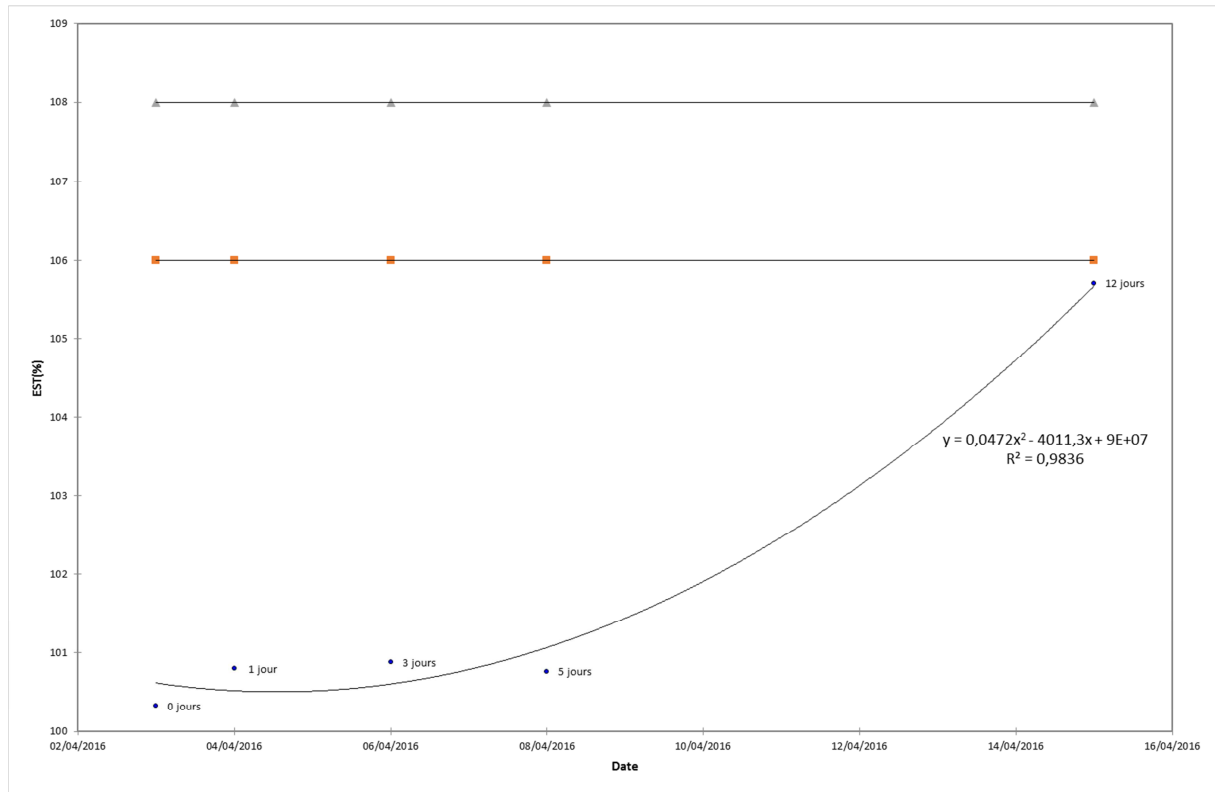


Figure 14 : Présentation graphique des résultats de l'Extrait Sec Total

Le lait conditionné des pâturages d'Algérie a une teneur en matière sèche qui varie entre 100 et 106 g/l, cependant elle reste largement inférieure à la norme exigée par le JORA. L'ensemble des observations montre que la teneur en matière sèche du lait conditionné a tendance à augmenter de manière significative après le 5^{ème} jours du conditionnement. Cette tendance positive est représentée par un $r^2 = 0,98$. La projection du EST sur l'axe temps nous renseigne que le maximum toléré du paramètre EST ne sera atteint que le 15/04/2016 soit 7 jours après la DLC.

L'évaluation de la qualité physico-chimique du lait après conditionnement et durant 15 jours nous indique :

- Une qualité physico-chimique acceptable pour deux paramètres (densité et matière grasse),
- Des valeurs inférieures aux recommandations pour les paramètres l'acidité et l'Extrait Sec Total.
- La stabilité de cette qualité est généralement assez satisfaisante.
- Les valeurs de composition physico-chimique du lait conditionné (PH, densité,

acidité, matière grasse, matière sèche) sont conformes aux normes.

✓ Analyse de corrélation des paramètres physicochimiques

L'objectif de Cette représentation graphique est de savoir l'évolution corrélative des paramètres physicochimiques du lait pasteurisé suite au conditionnement Les résultats du test PEARSON représentés dans le tableau ci-dessous nous renseignent sur les taux de corrélation entre les paramètres physicochimique ainsi, les fortes corrélations sont :

- pH-densité ($r=0,59$)
- Acidité-EST ($r=0,59$)

On observe aussi des corrélations négative entre :

- pH-MG, pH-EST
- Densité-EST

Matrice de corrélation (Pearson (n))

Variables	pH	Acidité (°D)	Densité	MG(%)	EST(%)
pH	1	0,2818	0,5994	-0,0394	-0,0775
Acidité (°D)	0,2818	1	0,1659	0,5573	0,6570
Densité	0,5994	0,1659	1	0,1808	-0,6100
MG(%)	-0,0394	0,5573	0,1808	1	0,2109
EST(%)	-0,0775	0,6570	-0,6100	0,2109	1

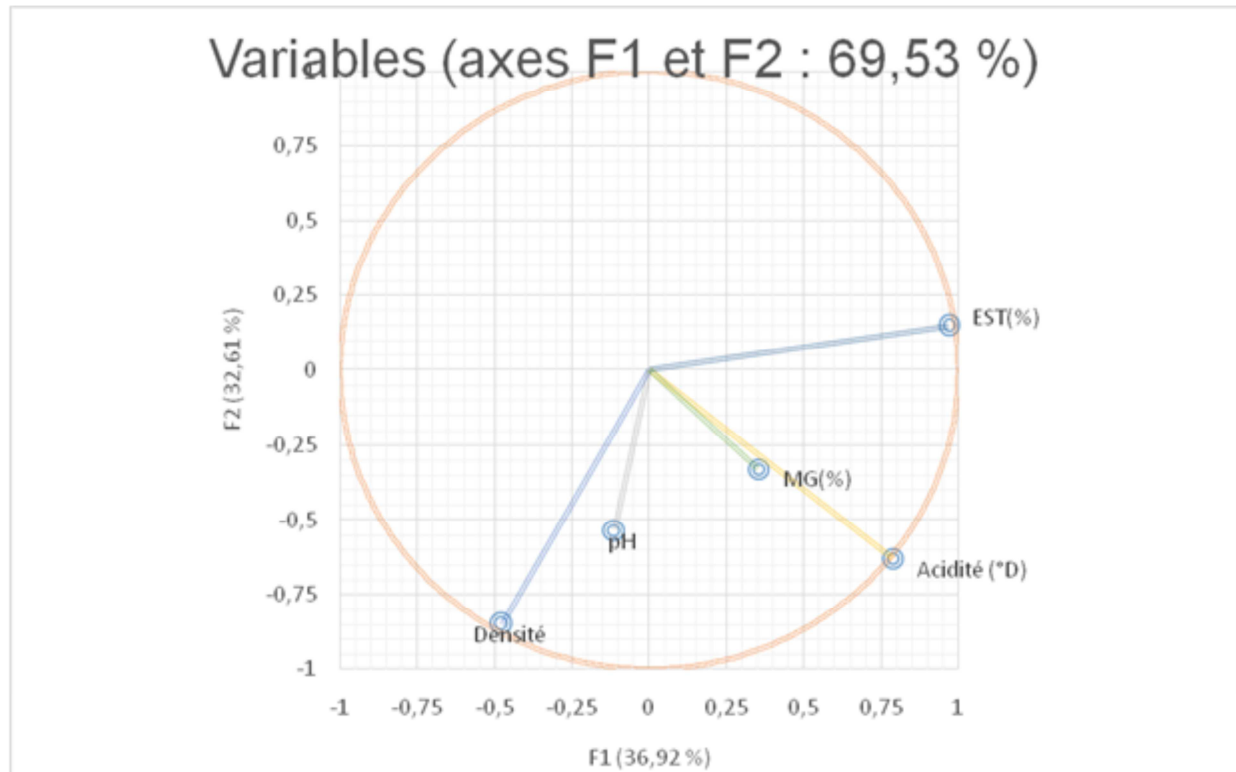


Figure 15 : Présentation des Analyse de corrélation des paramètres physicochimiques

L'analyse factorielle par correspondance(AFC) restitue environ 69,63% de l'inertie totale qui est très satisfaisant pour l'interprétation des résultats figure ci –dessous).

Le premier axe rassemble l'essentiel des données avec 36,92% d'information confirmant une forte corrélation entre le paramètre acidité-EST, acidité-MG, ce qui n'induit pas forcément la même corrélation entre les paramètres MG-EST. Cette situation a été d'ailleurs représentée par la courbe de tendance, où le paramètre MG ne représente pas une courbe de tendance bien déterminée.

Aussi, il y a lieu de note une forte opposition entre le paramètre EST-Densité.

Ces corrélations nous permet de voir l'effet d'un paramètre sur autre ainsi agir sur le pH induirais une variation sur la densité.la perturbation du paramètre acidité aura pour conséquence la perturbation de l'acidité et de la matière grasse.

III.2. Résultats d'analyses microbiologiques

III.2.1. Matières premières :

❖ La poudre de lait écrémé et la poudre de lait entier

L'évaluation de la qualité microbiologique de la poudre de lait écrémé et entier sont regroupées dans les tableaux suivants :

Tableau n°15: Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait écrémé.

Echantillons Germes recherchés	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes JORA(2000)
FMT (UFC/g)	90	110	85	2.10^5
Coliformes totaux (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	10
Coliformes fécaux (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	Abs
S. aureus (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	Abs
C.S.R (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	<10
Levures et moisissures (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	≤ 50

Source : Résultats de nos propres analyses

Les résultats d'analyses montrent l'absence des germes pathogènes (staphylocoques) et également absence des germes indicateurs de contamination fécales, coliformes totaux, *clostridium sulfito-réducteur*. On note une présence de la flore totale à des taux inférieurs à la norme, ceci indique que la poudre de lait écrémé importée par cette unité de production est de bonne qualité microbiologique.

Tableau n° 16 : Résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait entier.

Echantillons Germes recherchés	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes JORA(2000)
FMT (UFC/g)	100	120	110	2.10^5
Coliformes totaux (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	10
Coliformes fécaux (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	Abs
S. aureus (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	Abs
C.S.R (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	<10
Levures et moisissures (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	≤ 50

Source : Résultats de nos propres analyses

Selon les normes J.O.R.A (2000) nous constatant que la poudre de lait entier importée par l'unité est de bonne qualité microbiologique.

❖ L'eau de reconstitution

Tableau n°17 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de reconstitution.

Echantillons Germes recherchés	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes JORA(2000)
Coliformes totaux (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	<10 /100 ml
Coliformes fécaux (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	Abs
S. aureus (UFC/g)	Abs	Abs	Abs	Abs
C.S.R (UFC/G)	Abs	Abs	Abs	<5 /20 ml

Source : Résultats de nos propres analyses

Les résultats de l'analyse microbiologique de l'eau de reconstitution montre l'absence des coliformes totaux, coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, ainsi que les *Clostridium*. Cette eau est donc de bonne qualité microbiologique.

❖ Lait pasteurisé partiellement écrémé avant conditionnement

Les résultats de l'analyse microbiologique du lait recombinaé pasteurisé avant conditionnement sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau n°18: Résultats des analyses microbiologiques de lait recombinaé pasteurisé avant conditionnement.

Echantillons Germes recherchés	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes JORA (1998)
FMT (UFC/ml)	760	854	2.10 ³	3.10 ⁴
Coliformes totaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
Coliformes fécaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs
S. aureus (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
C.S.R (UFC /ml)	Abs	Abs	Abs	Abs/100ml

Source : Résultats de nos propres résultats

La pasteurisation du lait permet la destruction des germes pathogènes et de la plupart des formes végétatives (BOURGOIS et al., 1996).

Les résultats obtenues après pasteurisation permettent de constater la présence de la FMT à une teneur qui ne dépasse pas la norme cette présence est due à une contamination arienne, on note aussi absence totale des autres germes pathogènes, donc le lait pasteurisé partiellement écrémé avant conditionnement est de bonne qualité microbiologique.

III.2.2. Produit fini : (Lait pasteurisé partiellement écrémé conditionné)

Les résultats de l'analyse microbiologique du lait recombiné pasteurisé partiellement écrémé conditionné sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau n°19: Résultats d'analyses microbiologiques du lait pasteurisé partiellement écrémé conditionné.

1 ^{er} jour après conditionnement				
Germes	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes JORA (1998)
FMT (UFC/ml)	80	99	50	3.10^4
Coliformes totaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
Coliformes fécaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>S.aureus</i> (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
C.S.R (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs/100ml
3 ^{eme} jour après conditionnement				
Germes	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes JORA (1998)
FMT (UFC/ml)	95	140	198	3.10^4
Coliformes totaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
Coliformes fécaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>S.aureus</i> (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
C.S.R (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs/100ml

5 ^{ème} jour après conditionnement				
Germes	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes JORA (1998)
FMT (UFC/ml)	110	60	85	3.10^4
Coliformes totaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
Coliformes fécaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>S.aureus</i> (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
C.S.R (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs/100ml
Une semaine après la date limite de consommation (DLC)				
Germes	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Normes JORA (1998)
FMT (UFC/ml)	150	230	101	3.10^4
Coliformes totaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
Coliformes fécaux (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs
<i>S.aureus</i> (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	1
C.S.R (UFC/ml)	Abs	Abs	Abs	Abs/100ml

Source : Résultats de nos propres analyses

Les résultats microbiologiques de lait recombinaé pasteurisé conditionné révèlent l'absence totale de germes pathogènes à savoir *staphylococcus aureus*, et les *clostridium sulfito rédicteur* ainsi que les bactéries indice de contamination fécale (coliformes totaux et fécaux).

On note par ailleurs la présence de la flore totale qui pourrait avoir comme source :

- Ambiance, condition de transport ;
- contamination au moment de l'emballage.

Le dénombrement de la flore totale reste un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité de produit, car un petit nombre de germe ou même un nombre nul peut correspondre à un produit dangereux c'est-à-dire présence des germes pathogènes, des toxines actives dans des conditions pour lesquelles les cellules les ont produits n'ont pas survécu. (**GUIRAUD, 2003**).

D'après les résultats obtenus des différentes analyses effectués, on retient que le lait pasteurisé partiellement écrémé conditionné en sachet est de qualité microbiologique acceptable vu que les résultats sont conformes aux normes fixées par AFNOR, (1986).

Cette stabilité de qualité physico chimique et microbiologique avant et après mise en sachet est liée certes à la qualité de la matière première et celle de l'emballage, cependant le respect des bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène reste un facteur déterminant de la qualité du lait pasteurisé. L'intégration et la maîtrise de la chaîne de froid lors de la distribution du lait pasteurisé en sachet ralentit voire stoppe la prolifération du microorganisme qui peut être à l'origine d'intoxication alimentaire.

Chapitre IV :

Alternative à

l’emballage en plastique

IV. Alternatives à l'emballage en plastique

Après avoir évalué les interactions des paramètres qualité du lait pasteurisé après son conditionnement, nous proposons une lecture sur les alternatives à l'emballage en plastique.

IV.1. Alternatives à l'emballage en plastique

Nous allons présenter les alternatives possibles à l'emballage en plastique mais avant d'aborder ces alternatives nous avons abordé un point sur l'emballage alimentaire en Algérie (L'éco, 2015).

IV.1.1. L'emballage alimentaire en Algérie

L'emballage joue un rôle important dans l'industrie alimentaire de chaque pays, alors l'Algérie importe chaque année pour près de 1 milliard de dollars en produits et l'équipement d'emballage dont ce dernier occupe les 60% de la facture. Une facture d'autant plus lourde que la transformation du papier importé ne représente que 15% du total des importations.

Le secteur de l'emballage en Algérie traverse une situation très délicate. Plusieurs contraintes et difficultés affectent directement la rentabilité et le fonctionnement de ce secteur. Parmi ces contraintes, le déficit en matières premières en volume et en qualité pour satisfaire les besoins des industries de fabrication, ce qui oblige les industriels à recourir systématiquement aux importations. La quasi-totalité des matières premières comme le papier, le carton, le plastique, le verre, le métal... proviennent des sources d'approvisionnement des marchés étrangères dont souvent, le processus est mal maîtrisé par les entreprises algériennes (L'éco, 2015).

D'après une étude¹ réalisée dans le cadre du programme PME II en Algérie, il a été révélé que la filière agro-alimentaire est parmi la plus dynamique, les progrès qu'elle a enregistrés sur le plan de la diversification et la qualité des produits en font une filière à part. En matière de conditionnement cette filière présente une gamme de conditionnements similaire à celle de l'industrie mondiale. Les proportions par type d'emballage sont pour l'eau à presque 100% en PET (Polyéthylène téréphtalate). Boissons gazeuse à 60% en PET, 5% en cannette et 35% verre et enfin pour les jus conditionnés à 60% en PET, 15% en carton et 25% en verre. Pour tous les conditionnements, la contenance c'est beaucoup diversifié aussi bien dans le sens de la petite contenance que de celui de la grande contenance familiale (L'éco, 2015). .

¹ Cette étude a été reprise dans la revue économique.

Le verre a beaucoup reculé en raison de son coût et des contraintes de gestion de l'emballage récupérable (bouteille en verre consignée). La faible qualité du verre local est aussi présentée par les entreprises comme facteur limitant. Depuis l'abandon de certaines unités de production de cellulose et de fabrication des emballages métalliques, le déficit de production des emballages en verre fait du plastique la seule et unique source d'approvisionnement du secteur. Le recours à l'importation ne cesse de prendre de l'ampleur, à titre d'exemple, les importations en papier et carton sont passées de 93 millions de dollars en 2005 à 610 millions de dollars en 2014, soit une évolution de 655% (L'éco, 2015).

Nous pouvons affirmer que l'Algérie est essentiellement un pays dépendant de ses importations de matières de base nécessaires à la fabrication des emballages.

IV.2. L'emballage plastique en Algérie

Une étude publiée en février 2015 dans la revue spécialisée *Science* et menée par une équipe de chercheurs et biologistes de l'université de Géorgie, aux États-Unis montre que pour l'année 2010, ce sont près de 13 millions de déchets plastiques qui ont été déversés dans les mers. L'étude dresse aussi une liste des pays les plus pollueurs. Sur les 192 pays étudiés, l'Algérie est classée la 13^{ème} avec 60% des déchets non recyclés pour une population côtière estimée à 16,6 millions en 2010. Parmi les vingt premiers pollueurs figurent également plusieurs états africains comme l'Égypte (7), le Nigéria (9) et le Maroc (18) (L'éco, 2015).

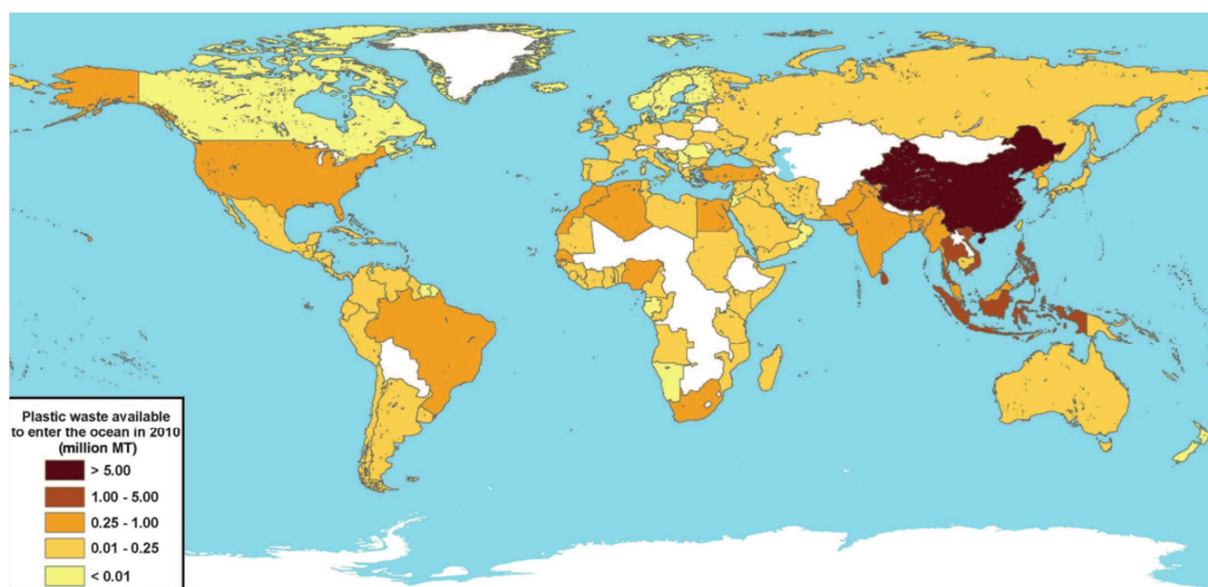


Figure 16 : Cartographie des pays les plus pollueurs en 2010, étude sur la pollution en environnement marin.

IV.3. Arguments pour l'emballage en plastique

Le secteur des emballages est le plus gros consommateur de plastique ; plus de 50 % de toutes les marchandises en Europe sont emballées dans du plastique ; néanmoins, en poids, ces plastiques ne comptent que pour 17 % de tous les emballages. Des progrès importants ont été réalisés dans les emballages en plastique, de sorte que le poids moyen de l'emballage pour un produit donné a été réduit de 28 % sur les 10 dernières années. (Association of plastic manufactures 2016) ; D'ici 2018, le marché mondial de l'emballage devrait peser 975 milliards de dollars (contre 799 en 2012). D'ici là, le plastique devrait demeurer le premier matériau pour l'emballage dans l'agroalimentaire. Il est inimaginable de concevoir un monde sans plastique. Cette matière fabriquée à partir des dérivés du pétrole a littéralement envahi notre quotidien. Parmi les critères de qualité avancée pour cet emballage on retient :

- Résistance aux chocs, au froid (congélateur) et à la température (ex. stérilisation, micro-onde).
- Attractivité en rayon de magasins (forme, couleur, aspect, transparence, pouvoir de séduction).
- Praticité pour le consommateur : ouverture/fermeture facile (bouchon vissable, bouchon charnière et clipsable, opercule couvercle pelable), distributeur de doses.
- Durée de conservation : emballage barrière à la vapeur d'eau, à l'oxygène et aux odeurs. Utilisable pour le conditionnement sous atmosphère modifiée.
- Sécurité du consommateur : témoin d'inviolabilité sur les ouvertures, étanchéité **(L'éco, 2015)**.

Cependant la fonction première d'un emballage alimentaire est sans conteste de garantir la protection de l'aliment contre les risques de contamination chimique et microbiologique externe pendant la durée de conservation prévue.

L'utilisation de l'emballage en poly téréphtalate d'éthylène (PET), qui est un emballage en plastique, est considéré comme le meilleur au regard de ses avantages en termes d'isolation thermique. Les importations algériennes des technologies de plastiques et de caoutchouc s'élevaient à 71,2 millions de dollars en 2011, soit une hausse de 18 % par rapport à l'année 2010 qui avait enregistré 60, 3 millions de dollars et 67, 8 millions de dollars en 2009 **(L'éco, 2015)**.

IV.4. Disparition des ressources pétrolières et limite de l'utilisation de l'emballage en plastique

Les données accessibles concernant les ressources encore disponibles de pétrole sont alarmantes. En effet, en 2005 on estimait à 1 voire 1,2 milliers de milliards de barils les réserves de pétrole dites prouvées, soit 150 milliards de tonnes environ, ou encore à une production d'une quarantaine d'années au rythme actuel. Plus récemment, le développement de la Chine a entraîné une augmentation conséquente de la demande de pétrole. En 2007, la consommation mondiale était de 85,8 Mb/j ce qui correspond à une augmentation de 1Mb/j par rapport à 2006 dont 0,3 Mb/j pour la Chine. De ce fait, il y aura des restrictions quant à l'utilisation du pétrole dans certains domaines. Le coût des emballages en plastique sera alors trop élevé et les emballages en bioplastiques apparaîtront comme une alternative rentable, respectueuse de l'environnement et proposant des caractéristiques similaires aux produits dérivés du plastique (L'éco, 2015).

Sachant que les carburants représentent la majorité de ce marché. Les biocarburants sont l'alternative actuelle mais sont issus de matières premières agricoles. La population mondiale va continuer à croître et devrait passer de 6,5 milliards d'individus en 2005 à 7 milliards dans environ sept ans, selon un rapport du Bureau de référence de la population mondiale (Population Référence Bureau - PRB) publié en 2005. Une augmentation due à 99% aux pays en développement. Selon l'ONU, la population mondiale passera à 9,1 milliards d'individus en 2050 (L'éco, 2015).

IV.5. Scénarios des différentes alternatives

IV.5.1. L'emballage en verre :

Les produits alimentaires emballés en verre présentés aux étalages des petits commerces à Tizi-Ouzou nous ont permis de constater que l'emballage représente parfois jusqu'à 50% du prix du produit. Considéré comme type d'emballage le plus sûr pour les produits alimentaires.

Le verre coûte plus cher à l'achat voire le même prix que le produit net. Par exemple, le prix d'une bouteille de jus en verre coûte environ 110dinars le litre, contre 65 dinars le litre pour une bouteille de jus en PET de la même marque. Soit pratiquement le double.

Autrement dit ; la bouteille représente environ 50% du prix payé par le consommateur. Même constat pour la pâte à tartiner au chocolat. Un kilogramme emballée dans une boîte en

plastique coûte environ 350 dinars alors que le même produit emballé dans un flacon en verre coûte 650 dinars, soit pratiquement le double.

Approximativement, l'emballage en verre en Algérie coûte le prix du produit net. Le consommateur paye donc l'emballage au même prix que le produit qu'il va consommer.

Le verre a beaucoup reculé en raison de son coût et des contraintes de gestion de l'emballage récupérable (bouteille en verre consignée).

La faible qualité du verre local est aussi présentée par les entreprises comme facteur limitant (**L'éco, 2015**).

IV.5.2. L'emballage en papier carton :

En Algérie, le papier carton reste leader des achats d'emballages (33%) devant le plastique (30%) le carton ondulé représente 3 millions de tonnes pour un chiffre d'affaires de 3 Md€.

Fabriqué à partir de matériaux naturels (fibre de cellulose et amidon) dont la source est renouvelable, le carton ondulé possède une très bonne empreinte écologique et bonne image auprès du consommateur. Près de 50% de sa production destinée à l'agroalimentaire en raison des avantages qu'il possède (**L'éco, 2015**).

L'Algérie importe, aujourd'hui, environ 600 000 tonnes de papier. C'est une facture de l'ordre de 600 millions de dollars, ce qui classe l'Algérie au 4^{ème} rang dans les importations du pays. Le carton présente des avantages dont :

- **Le prix :** est le premier argument en la faveur de sa fabrication surtout si on le compare à d'autres supports (bois, métal, plastique, etc....).
- **L'origine :** le carton est d'origine naturelle, ondulé est fabriqué à partir de la fibre de cellulose qui découle pour 85% du recyclage des emballages et pour 15% seulement, de fibre vierge.
- **La maniabilité :** le carton répond pleinement aux besoins d'usages ;(coupé, collé, plié...).
- **La polyvalence :** il permet une impression rendant possible la sérigraphie, l'impression, offset, la flexographie, l'héliogravure, le pelliculage, etc....
- **Economie de temps :** le carton offre un gain de temps très important. C'est d'ailleurs dans ce sens que les industriels du carton investissent dans des équipements qui permettent aussi la fabrication d'emballages en grande quantité que le traitement de solutions sur mesure, dont l'impression.

- **Facile à transporter** : le carton est très rigide, facile, à stocker, Platter, léger...

En fin, en termes de développement durable, le carton reste là encore, le plus performant puisqu'il est écologique et facilement recyclable. Il est nécessaire de préciser que le carton, par sa constitution, connaît quelques limites, par exemple, en l'absence de traitements spécifiques, il a une faible résistance à l'humidité, au feu, mais devant les progrès et les innovations récentes dans le secteur de la papeterie, le carton possède désormais des propriétés mécaniques et même esthétiques très intéressantes.

Les mérites de l'emballage en carton deviennent des prérogatives pour les autorités algériennes à travers les déclarations et la volonté du gouvernement à procéder à la suppression « progressive » » de l'emballage en plastique et le remplacer par le conditionnement en carton. Un délai même a été institué à l'ensemble des laiteries pour entamer le processus de suppression du sachet de lait. Le Conseil inter professionnel de la filière lait (CIL) dans ce sens a confirmé la faisabilité de cette action pour certaines laiteries vu le conditionnement en carton permettra notamment de proposer un produit meilleur en termes de qualité et d'hygiène. La volonté politique et la dynamique du marché de l'emballage en carton booste les industriels a développé ce secteur d'activité à titre d'exemple :

- Tonic Industrie est un groupe industriel propose une gamme variée de produits d'emballages et ainsi produit 120 millions de tonnes de papier annuellement à partir de la récupération, le recyclage de vieux papiers et du carton avec la perspective de réduire le coût, inscrit dans son plan de développement. L'Algérie récupère, actuellement, environ 100 000 tonnes de papier et notre ambition est d'atteindre les 210 000 tonnes d'ici 2016. Pour atteindre, ensuite, les 450 000 tonnes de récupération d'ici 2022 (**L'éco, 2015**).
- Général emballage, spécialisé dans l'industrie du carton ondulé, est aujourd'hui l'un des poids lourds de son secteur avec actuellement trois unités de fabrication qui installées à Akbou, Oran et Sétif, l'entreprise propose différents types de papier (la plaque, la caisse américaine, la barquette, les box). Ses capacités réelles de productions sont estimées à 200 000 tonnes de carton par an (**L'éco, 2015**).

La lecture de l'environnement de l'industrie de l'emballage en Algérie nous a permis de faire l'analyse du système d'emballage en carton.

Tableau n°20 : Analyse du système emballage en carton.

Variables essentielles	Facteurs de développement	Principaux acteurs
Prix du pétrole donc du plastique et des bioplastiques Législation Vision de l'opinion publique.	Volonté de remplacer le plastique par le carton papier Aspect environnemental (aptitude au compostage ; entièrement renouvelable	État (législation) Consommateurs (choix face aux prix, pression pour avoir des produits biodégradables,...) Fournisseurs (investissement dans l'industrie du papier, et la mise en place du nouveau produit

Tableau n°21 : Matrice SWOT.

Forces	Faiblesses
• Écoproduit (biodégradable, compostable,...) • Bonnes propriétés mécaniques • Aptitude au contact alimentaire	• Prix de l'emballage en carton • Appauvrissement des ressources sur le marché international
Opportunités	Menaces
• Volonté politique à remplacer l'emballage en plastique. • Législations en faveur des emballages biodégradables • Opinion publique en faveur du développement des emballages "verts" • Développement de l'industrie de l'emballage	• L'innovation dans le domaine du bioplastique • Les espaces forestiers limités • La complexité des procédures d'importations

Conclusion :

L'analyse des données de l'industrie de l'emballage en Algérie nous a permis de présenter deux scénarios d'alternative à l'utilisation de l'emballage alimentaire en plastique.

L'emballage en carton est cependant retenu comme une solution privilégiée pour le conditionnement du lait pasteurisé vu les opportunités présentes sur le marché national.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Après une lecture bibliographique portant sur la qualité du lait nous avons retenu que cette qualité est définie par des analyses physicochimiques et microbiologiques aussi sur la qualité de l'emballage est définie par des analyses microbiologiques.

L'emballage alimentaire occupent une place importante dans la chaîne de fabrication qui relie le produit aux consommateurs, outre son rôle de protection, de transport, de stockage et de conservation de l'aliment, l'emballage joue un rôle sur la qualité du produit.

Afin de confirmer ou infirmer nos hypothèses nous avons effectué un stage pratique au niveau de la laiterie « Pâturages d'Algérie » où nous avons pu suivre étape par étape la chaîne de fabrication du lait pasteurisé partiellement écrémé conditionné en sachet type polyéthylène et d'effectués certaines analyses physicochimiques et microbiologiques afin de déterminer la qualité de produit avant et après conditionnement.

Ainsi nous avons retenu :

D'une part, les résultats d'analyses obtenues pour l'emballage montrent une absence totale des germes pathogènes qui indique la bonne qualité microbiologique.

Pour ce qui est du lait pasteurisé partiellement écrémé conditionné en sachet comparé avec le lait pasteurisé partiellement écrémé avant conditionnement nous avons conclu que :

- le pH se situe dans les normes (6.50-6.75) exigées par AFNOR(1986).
- le paramètre d'acidité, avant conditionnement du lait ne change pas on comparant avec les résultats obtenus après conditionnement où on note une augmentation, cette augmentation est expliquée par la dégradation de lactose en acide lactique par les bactéries lactiques.
- Cependant la densité est un paramètre qui n'est pas touché par le conditionnement, la densité varie en fonction de la température.
- On constate les taux de la matière grasse sont conforme aux normes exigées (15 à 20 %) et que le conditionnement n'influence pas la matière grasse.
- Les résultats obtenus pour l'extrait sec totale est légèrement inférieurs aux normes ce qui influence la qualité nutritionnelle du produit.

Cette bonne qualité du lait pasteurisé produit par cette unité est le signe de respect des bonnes pratiques de fabrication, d'hygiène et de la bonne maîtrise des procédés de fabrication de se produit.

En dernier on a conclu à priori que l'emballage en plastique n'altère pas la qualité du produit et permet de le maintenir sain pendant sa durée de vie.

Cependant une veille technologique est imposée à l'entreprise pour anticiper les changements qui s'opèrent sur le marché de l'emballage en Algérie.

L'analyse SWOT nous indiquer les scénarios susceptibles d'être présent à l'entreprise d'où ressort l'opportunité de l'emballage en carton.

Références

Bibliographiques

A

AFNOR (1986) : Association Française de la normalisation.

ADRIAN J. et ADRIAN N. (2006). Dictionnaire agroalimentaire. Edition technique et documentation.

AIT ABDELOUHAB N. (2001). Microbiologie alimentaire- Edition, office des publications universitaires.

AVEZARD CL. Et LABLEE J. (1990). Lait et produits laitiers recombines ; in « lait et produits laitiers : brebis, chèvre, les produits laitiers, transformation et technologie. Vol 2. Ed. Technique et Documentation, Lavoisier, paris.

B

BEAUCHESNE Z. (2008) ; Emballage alimentaire : enjeux et opportunités.

BECILA.A. (2009). Prévention Des Altérations Microbiennes des aliments. Instituts de la nutrition de l'alimentation et des techniques agroalimentaires. Université MENTOURI-Constantine. P25-30.

BOURGEOIS C.M. MESCLE J.F. et ZUCCA J. (1996). Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Edition technique et documentation, Lavoisier. Tomel : 272-274.

BERLINE L-C. (2006) ; Etude de l'influence de l'emballage et de la matière sur la qualité du jus d'orange. Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires (ENSIA). Thèse Doctorat, France.

C

CAYOT P.et LORIENTD. (1998). Structures et techno_ fonctions des protéines du lait. Edition, Techniques et documentation, Lavoisier, Paris.

CEPIL (1987). Centre de formation permanente et de perfectionnement des cadres des industries de lait. Le lait matière première de l'industrie laitière. Edition INRA CEPIL ; 23.

CHEFTEL J.C. et CHEFTEL H. et BESANCON P., (1976). Introduction à la technologie des aliments. Vol 2, Edition Lavoisier. Paris.

CHEFTEL J.C. et CHEFTEL H. (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Tom 1. Edition, Technique et documentation. Lavoisier. Paris.

CHEFTEL J. et CHEFTEL H. et BESANCON P (1992) .Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments ; Ed : Tec et doc ; tome 2. ISBN : 2-85206-828-1.

Codex Alimentarius (1999). Normes générale. Codex pour l'utilisation de termes laitiers (CODEX STAN 206-1999).

Codex Alimentarius (1999). Normes Codex pour le lait en poudre (CODEX STAN A-3-1971, Rév, 1-1999).

D

DAMAJ Z. (2008). Synthèse, caractérisation et propriétés de nouveaux matériaux actifs absorbeurs d'oxygène : Emballage actifs. Thèse de Doctorat en sciences. Université de Reims champagne- Ardenne. P11-12.

DUPIN H. et MICHAUD C. (2000). Aliment, alimentation et santé, Questions, réponses. Edition-technique et documentation : 50.

E

ECK A. et GILLIS.J-C. (1997). Le fromage : de la science d'assurance qualité. 3^{ème} Ed. Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.

F

FAO(1998). Système d'analyse des Risques- Points critiques pour leur maitrise (HACCP) et directives concernant son application Codex alimentaires. CAC/RCP 1/1969, Révision 3 (1997), Rome.

FAO(1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine .Collection FAO alimentaire et nutrition n°28 ISBN : 92.5.20534.6.

FREDOT.E. (2005). Connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Edition Lavoisier : 9-29.

FREDOT.E. (2007). Connaissance des aliments ; Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris ISBN : 2.7430.01810.5.

G

GONTARD N ., (1999) ; pourquoi emballer et comment. In Bulletin de réseau JPA.

GONTARD ,2006 INTERACTION CONTENANT/ CONTENUE

GUIRAUD J-P. (2003) : microbiologie alimentaire. Ed. Dunod. Paris

H

HOTCH KISS J.H., (1997): Food packaging interaction influencing quality and safety food additions and contaminants. PP: 601-607.

J

JORA N°80. (1999). Journal officiel de la République Algérienne, lait et produits laitiers.

K

KLENIEWSKI A. (1998). Emballages métalliques légers pour produits alimentaires non appertisés.in MULTON J.L. et BUREAU G. Emballage des denrées alimentaires des grandes consommations. Techniques et documentation. Lavoisier .Paris.

L

LARPENT.J.C., 1986. Lait et produits laitiers non fermentés. Ed. Tec et Doc. Paris.

LESUEUR F et FAUSTIN F. (2001). Les plastiques : définition. In : comprendre les facteurs clé de la valorisation des matières plastiques résiduelles. IPEC et RECY. QUEBEC.5.8.

LEVOIR J., REMEUF F., et SCHNEID N. (2006). Lait de fromagerie ; In « Le fromage : de la science à l'assurance qualité ». Ed. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris.

LUQUET F.M. (1990). Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre, les produits laitiers transformation et technologie.

LUQUET F.M., 1985. Les produits laitiers vaches, brebis, chèvre. Edition tec Doc. Lavoisier. Paris. PP233-280.

M

MAHAUT M., JEANTEL R., BRULE G et SHUCK P. (2000). Les produits industriels laitiers. Edition Polytechnique Lavoisier : 9-15.

MATHIEU. J., 1998 : Initiation à la physicochimie du lait. Guide technologique des IAA collection sous la direction de J.Y Malegeant, PP1-6.

MICHEL J-C., POULIOT M., et RICHARD J. (2002). Lait de consommation ; In « Science et technologie du lait ». Ed. Polytechnique. Montréal.

MUTHWILL F. et BRGER J.F. et LECOQ M.J (1998). Le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires en complexe de papier, polyéthylène et aluminium. In : **MULTON J.L. et BEREAU G. (1998);** Emballage des denrées alimentaires des grandes consommations. Edition Technique et Documentation. Lavoisier. Paris.

P

PANNARUM P.Y., (2001) ; Migration à partir de bouteilles recyclées. Elaboration et validation d'un modèle applicable aux barrières fonctionnelles. Thèse Doctorat. Reinns.

R

Revue, l'éco n°113/ du 1^{er} au 15 juin 2015

RIQUET A.M, (1998) : Emballages alimentaires et santé du consommateur. INRA.

S

SAILLAND P., (2008) : Forum sur les emballages. Pole technologie agro-alimentaire ASBT. Newsleller, N°8.

T

THAPON J .L. (2005) : Science et technologie du lait. Edition Agro compus – Rennes : 647.

V

VIGNOLA C- L. (2002) : Science et technologie du lait. Edition Polytechnique : 3-284

VICNOLA C-M. (2002) : Science de technologie du lait. Ed. Presses Internationales Polytechniques.

Références webographiques :

ANONYME 7, (2004) ; Brochure 1227 des Editions de journal officiel sur les réglementations concernant les produits alimentaires. In : www.Axesspack.com

ANONYME 5, (1999) ; Chambre syndicale des matières plastiques alimentaires. In © Bulletin de réseau TPA N°16.

Annexes

Annexe 1 : Matériel et réactifs d'analyses physico-chimiques

Matériel et verrerie	Réactifs
Matériel : Balance analytique - bain marie - bec bunsen- butyromètre avec bouchon en caoutchouc - pH mètre - densimètre- dessiccateur muni d'un agent déshydratant – distillateur - centrifugeuse thermique-pipette Pasteur. Verrerie : Burette - des béchers- fioles - éprouvette graduée.	• Acide sulfurique H_2SO_4 • Alcool iso amylique • Alun de fer • Bichromate de potassium • Ethylène diamine tetracyclique (E.D.T.A) • Nitrate d'argent ($AgNO_3$) • Noir eriochrome • Orange de méthylène (Hélianthine) • Phénol phtaléine

Annexe 2 : Les paramètres physico-chimiques mesurés

L'étude physico-chimique des différents produits a été en suivant les méthodes d'AFNOR, (1986).

❖ La poudre du lait (poudre de lait entier et écrémé) :

On fait dissoudre 10g de la poudre du lait dans 100 ml d'eau distillée. Puis, le mélange est laissé reposer pendant 1 heure.

1. Mesure de pH :

Le pH est mesuré directement à l'aide d'un pH mètre muni d'une électrode combinée, la valeur du pH est lue directement sur l'écran du pH mètre.

2. Mesure de l'acidité titrable :

Mode opératoire :

10g de la poudre sont dissout dans 100 ml de l'eau distillée. 10ml de cette préparation sont prélevés et introduit dans un bécher jusqu'au virage au rose pâle de l'échantillon.

La coloration rose doit persister au moins 10 secondes.

Expression des résultats :

L'acidité est exprimée par la formule suivante :

En degré Dornic ($^{\circ}D$) : il correspond à 0,1g d'acide lactique par litre d'échantillon neutralisé par 0,1 ml de NaOH (N/9).

$$1^{\circ}D=0,1g \text{ d'acide lactique.}$$

3. Détermination de la teneur en matière grasse (MG) par la méthode butyrométrique de GERBER.

Mode opératoire :

10 ml d'acide sulfurique sont introduits dans le butyromètre à lait « Gerber » à l'aide d'un mesureur, on ajoute 11 ml de l'échantillon puis 1 ml de l'alcool iso-amylque. On mélange bien le butyromètre puis on place dans la centrifugeuse à 1200 tours/min pendant 3 min, on retire le butyromètre et on lit le taux de matière grasse.

Expression des résultats :

La teneur en matière grasse du lait sec est exprimée en pourcentage est égale à :

$$MG = \frac{N' - N}{10}$$

N'=valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne.

N=valeur atteinte par le niveau inférieur de la colonne.

4. Détermination de la teneur en matière sèche de la poudre du lait :

Mode opératoire :

Dans une capsule séchée, préalablement intégrée dans un dessiccateur à infrarouge possède une balance de précision, on pèse 2g de la poudre du lait la dessiccation totale est obtenue à 120°C pendant 20min.

Expression des résultats :

La lecture se fait directement après affichage de la valeur sur l'écran de l'appareil, elle est exprimée en pourcentage.

5. Détermination de l'humidité :

Le calcul de l'humidité est réalisé selon la formule suivante :

$$H^{\circ} = 100 - EST$$

H° = Humidité ou teneur en eau.

EST = Extrait sec total déterminé par la méthode décrite précédemment.

Annexe 3 : Eau de procès

1. **Mesure de pH** : on a procédé de la même façon que pour la poudre du lait.
2. **Détermination des titres alcalimétriques TA et TAC** :

Mode opératoire :

✓ **Titre alcalimétrique simple TA** :

50 ml d'échantillon à analyser sont introduits dans un bécher et 3 à 4 gouttes de phénophtaléine (PP) sont ajoutées.

En absence de la coloration rose, l'alcalinité et le titre TA sont égaux à 0°F.

En présence de la coloration rose, ($TA > 0^\circ F$), l'eau est alcaline, il faut titrer avec l'acide sulfurique à N/10 jusqu'à disparition de la couleur rose.

✓ **Titre alcalimétrique complet TAC** :

50 ml de l'échantillon à analyser sont introduits dans un bécher, aux quels on à ajouter 2 gouttes de méthylorange et on a titré avec l'acide sulfurique (H_2SO_4), (N/10) jusqu'au virage au jaune-orangé.

Expression des résultats :

TA et TAC sont exprimés en degré Français (°F) et sont donnés par la formule suivante :

$$TA (^\circ F) = V.5$$

$$TAC (^\circ F) = V.5.5$$

V : volume de la solution H_2SO_4 utilisé pour le titrage en ml.

3. **Détermination de la dureté hydrométrique (TH)** :

La dureté d'une eau est proportionnelle au nombre total d'atome de calcium et de magnésium qu'elle renferme.

Mode opératoire :

- 100ml d'eau à analyser est introduite dans une fiole.
- Ajouter 2,5 ml de la solution TK10 et 6 gouttes de NET, si la couleur devient bleu, donc le $TH = 0^\circ F$. Par contre, si la couleur devient rouge veineux, on titre avec la solution d'EDTA à 0,01N. Tout en agitant constamment jusqu'au virage au bleu-nuit et on procède à méthode de calcule suivante :

$$TH = V.N.100$$

N : la normalité de l'E.D.T.A.

V : volume de la solution E.D.T.A utilisé pour la titration en ml

4. Dosage des chlorures :

Mode opératoire :

- 100 ml d'eau à analyser dans une fiole,
- Ajouter 5 ml de bichromate de potassium K_2CrO_4 .
- Titrer avec la solution d'argent nitrate jusqu'à l'apparition d'une couleur rouge brique.

On refait l'opération dans les mêmes conditions, mais cette fois avec 100 ml d'eau distillée « essai à blanc ».

Méthode de calcul :

La teneur en chlorure est exprimée en mg/l selon la formule suivante :

$$\{Cl\} = (n - 1) . M$$

n = volume de la solution d' $AgNO_3$ utilisée.

M = masse molaire de chlore (35,5g/mole).

1 = volume de la solution d' $AgNO_3$ (0,1 N) nécessaire.

Pour obtenir la même teinte (rouge brique) dans un essai à blanc avec 100ml d'eau distillée.

Annexe 4 : Le lait

Les mêmes analyses physico-chimiques sont effectuées pour le lait reconstitué avant et après pasteurisation et le lait pasteurisé conditionné.

1. Détermination de la densité :

Elle est déterminée à l'aide d'un lactodensimètre, muni d'une échelle graduée de 1020 à 1038 et d'un thermomètre, la mesure varie avec les variations de la température : elle est considérée exacte à 15°C.

Le lait est versé dans une éprouvette tenue inclinée à la fin d'éviter la formation de mousse. Remplir l'éprouvette jusqu'en haut de manière à ce que le lait déborde légèrement lors de l'introduction du lactodensimètre qui est muni d'un thermomètre.

On a pris la température du lait dans l'éprouvette et on a noté la densité lue sur le lactodensimètre.

La densité est déterminée par la formule suivante :

$$D = D_0 \pm \{(20 - T) 0.2\}$$

T : température.

D_0 : la densité sur lactodensimètre.

2. Détermination de pH :

Le pH est déterminé par immersion des électrodes de pH-mètre, préalablement étalonnée avec une solution tampon, délicatement dans le lait. La valeur du pH est lue directement sur le pH-mètre (l'analyse se fait à une température de 20°C).

3. Détermination de l'extrait sec total (EST):

L'extrait sec total est la fraction massique restante obtenue par une dessiccation complète de l'échantillon. La dessiccation permet l'évaporation totale de l'eau contenue dans l'échantillon.

A l'intérieur d'un dessiccateur infrarouge, est placée une capsule préalablement séchée et tarée contenant 5 ml de lait. La dessiccation totale est obtenue à 120°C pendant 20 min.

La lecture se fait directement après affichage de la valeur sur l'écran de l'appareil, elle est exprimée en pourcentage.

4. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD) :

La teneur en matières sèches dégraissée est la masse exprimée en pourcentage pondéral du résidu obtenu après dessiccation d'un certain volume de lait puis, la pesée du résidu diminué de sa teneur en matière grasse.

L'expression du résultat se fait selon la formule suivante :

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

ESD : extrait sec dégraissé

EST : extrait sec total

MG : matière grasse

5. Détermination de la teneur en matière grasse (MG) :

Le taux de la matière grasse d'un litre de lait est déterminé par la méthode acido-butyromètre de GERBER. Elle consiste à libérer la MG en attaquant par l'acide sulfurique les matières non grasses (caséine) en présence de l'alcool iso amylique, la centrifugation permet d'isoler la matière grasse libérée.

Dans le butyromètre, on introduit 10 ml de H₂SO₄, 11 ml de l'échantillon et 1 à 2 ml d'alcool iso amylique.

Le tout est mélangé par les retournements successifs jusqu'à ce que le contenu soit complètement homogènes, les protéines soient entièrement dissoutes, c'es –à-dire jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de particules blanchâtres. La solution est centrifugée pendant 3 minutes.

6. Détermination de l'acidité :

L'acidité exprime le nombre de grammes d'acide lactique présent dans un litre, son principe est basé sur le titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium (NaOH) N/9, jusqu'à l'appariation du virage rose (couleur rose).

Nous introduisons à l'aide d'une pipette 10 ml de l'échantillon auxquels nous ajoutons 2 à 3 gouttes de phénol phtaléine comme indicateur coloré de pH, le tout est tiré par la soude NaOH N /9 jusqu'à l'appariation d'un virage rose .

L'acidité, exprimée en degré dornic (°D), est donnée par la lecture directe sur la burette du volume de NaOH multiplié par 10. Elle peut être également exprimée en gramme d'acide lactique par litre du lait avec : $1^{\circ}\text{D} = 0,1\text{g}$ d'acide lactique par litre du lait.

7. Détermination de l'humidité :

On utilise le même mode opératoire que pour la détermination de l'extrait sec total, ou bien elle peut être obtenue par la formule suivante :

$$\text{H\%} = 100 - \text{EST}$$

H% : Humidité.

EST : Extrait sec total.

Annexe 5 : Matériels et milieux de culture des analyses microbiologiques

Matériel et verrerie	Milieu de culture
Matériel : Etuves de 30°C, 37°C et 44°C – balance analytique- four pasteur-bain marie – sachet stomacher - bec bunsen- sonde stérile- spatule- écouvillon- pipette Pasteur. Verrerie : Pipettes graduées- tubes à essai en verre- des béchers – fioles- éprouvette graduée.	• Gélose VRBL (Vert Rouge Brillant Lactosé) • Gélose VF (Viande Foie) • Bouillon trip tonné TSE (Trip Tonne-sel- eau) • Gélose PCA (plate count agar) • Gélose GC (Giolotti Contoni)

Annexe 6 : Définition des différents germes recherchés

1. La flore mésophile totale (FMT) :

Définition :

Cette flore est un indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits ainsi que de la propreté des installations.

C'est l'ensemble des microorganismes aptes à se multiplier à l'air libre avec une croissance optimale à température de 30°C pendant 72 heures.

Leur dénombrement repose sur l'emploi d'une gélose sélective PCA (Plat Count Agar) qui est la plus utilisée.

2. Les levures et moisissures :

Définition :

Les levures sont des champignons unicellulaires, anaérobies facultatifs, agents de fermentation, responsables des altérations des produits surtout viandes et produits laitiers, certains sont pathogènes surtout *Candida albicans*.

Les moisissures sont des champignons filamenteux, aérobie stricte, agent pathogène par production de mycotoxine provoquant des intoxications alimentaires graves.

3. Les coliformes totaux et fécaux :

Définition :

Les coliformes fécaux sont retrouvés dans tous les types de lait. Ce sont des germes qui vivent dans le tube digestif de l'homme et des animaux. Leur présence signifie une contamination fécale lors de la traite et pendant les manipulations.

Ces germes ont les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux mais à une température de 44°C.

4. Les clostridiums sulfite- réducteurs (CSR) :

Définition :

Ceux sont des germes toxigènes, sous forme de bacille anaérobie strict, leur aptitude à sporuler leur confère une grande résistance aux conditions défavorables du milieu dans lequel il se trouve.

5. Les staphylocoques :

Définition :

Ce sont des germes saprophytes de la peau et des muqueuses des êtres vivants. Ce sont des agents de contamination par manipulation appartenant à la famille des *Micrococaceae*, à Gram positif.

La présence de Staphylocoques (*Staphylococcus aureus* notamment) dans le lait cru témoigne l'existence de mammites cliniques dans la majorité des troupeaux. Elles sont sensibles aux acides.