



République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ ABBES LAGHROUR –KHENCHELA-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

MEMOIRE

Présenté Pour l'obtention du Diplôme de
MASTER

Option : Biochimie appliquée

Thème

Evaluation de la qualité physico-chimique et sensorielle de trois marques du lait reconstitué partiellement écrémés commercialisés dans La région de Khenchela.

Présenté par

Merghad Hassiba

Soutenu le : 15/ 06 /2015.

Devant le Jury :

Président : Mr. Khebthen A. Hamid MAA Université Abbes Laghrou –Khenchela.

Rapporteur : Mr. Boussaa A.Halime MAB Université Abbes Laghrou Khenchela.

Examineur : Mr. Habibatni Sofiane MAA Université Abbes Laghrou –Khenchela.

Promotion : juin -2015

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Synthèse bibliographique

Introduction..... 01

Chapitre I : Généralité sur le lait

I. Définition..... 02

II. Composition de lait..... 02

II. 1. L'eau..... 03

II. 2. Les Glucides..... 03

II. 3. Matière azotée..... 04

II. 4. La matière minérale..... 05

II. 5. Les vitamines..... 06

II. 5. 1. Les vitamines liposolubles..... 07

II. 5. 2. Les vitamines hydrosolubles..... 07

II. 6. La matière grasse..... 08

Chapitre II : Fabrication du Lait

I. Définition de la qualité..... 09

I. 1. Qualité physico-chimiques du lait..... 09

I. 1. 1. Densité de lait..... 09

I. 1. 2. Acidité du lait..... 10

I. 2. La qualité organoleptique du lait..... 10

I. 2. 1. Objectif de l'évaluation sensorielle..... 10

II. Fabrication du lait pasteurisé..... 12

II. 1. Réception du lait cru..... 12

II. 1. 1. Arrivage de la citerne..... 12

II. 1. 2. Prélèvement..... 12

II. 1. 3. Contrôle.....	12
II. 1. 4. Le dépotage et refroidissement.....	13
II. 2. Procédé de fabrication du lait.....	13
III. Le lait reconstitué.....	13
III. 1. Définitions.....	13
III. 2. Matières premières.....	14
III. 2. 1. Lait en poudre.....	14
III. 2. 2. Matières grasses.....	15
III. 2. 3. L'eau de reconstitution.....	16
III. 3. Atelier de reconstitution ou de recombinaison.....	16
III. 3. 1. Traitement de l'eau.....	17
III. 3. 2. Température de recombinaison.....	17
III. 3. 3. Inclusion de la poudre écrémé.....	18
III. 3. 4. Agitation et recyclage.....	18
III. 3. 5. Thermisation.....	18
III. 3. 6. Dégazage.....	19
III. 3. 7. L'homogénéisation.....	19
III. 3. 8. La filtration.....	20
III. 3. 9. La pasteurisation.....	21
III. 3. 10. Stockage et conditionnement.....	21

Etude expérimentale

Matériels et méthode

I. L'échantillonnage	23
II. L'analyse physico-chimique.....	24
II. 1. Préparation des échantillons.....	24
II. 3. Mesure de pH.....	25
II. 4. Détermination de l'acidité titrable.....	25
II. 5. Détermination de la densité.....	27
II. 6. Mesure de la viscosité.....	28
II. 7. Mesure de la teneur en matière sèche totale.....	29
II. 8. Mesure la teneur en matière minérale.....	30
II. 9. Détermination de la teneur en matière organique.....	31
II. 10. Détermination de la teneur en matière grasse	31

II. 11. Détermination de la teneur en matière sèche dégraissée.....	33
II. 12. Détermination de la teneur en lactose.....	33
II. 13. Détermination de la teneur en protéines.....	36
III. L'analyse sensorielle.....	37
III. 1. Test de classement.....	37
III. 2. Le jury de dégustation.....	38
III. 3. Préparation des échantillons.....	38
III. 4. Le déroulement de l'essai.....	39

Résultats et Discussion

I. Résultats de l'analyse physico-chimique	42
I. 1. Mesure du pH.....	42
I. 2. Détermination de l'acidité dornique.....	43
I. 3. Mesure de la densité.....	44
I. 4. Mesure de la viscosité.....	45
I. 5. Détermination de la matière sèche.....	46
I. 6. Détermination de taux de matière minérale.....	47
I. 7. Détermination de taux de matière organique.....	48
I. 8. Détermination de la teneur en matière grasse.....	49
I. 9. Détermination de l'extrait sec dégraisse.....	50
I. 10. Mesure de la teneur en lactose.....	50
I. 11. Détermination de la teneur en protéines.....	52
II. Résultats de l'analyse sensorielle.....	52
II. 1. Résultats de l'analyse sensorielle du lait froid.....	52
II. 2. Corrélation des critères sensoriels du lait froid avec les résultats physicochimiques.....	54
II. 3. Résultats de l'analyse sensorielle du lait bouilli.....	55
II. 4. Corrélation des critères sensoriels du lait bouilli avec les résultats physicochimiques.....	57
Conclusion.....	59
Références bibliographiques.....	60
Annexes	
Résumé	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : La composition du lait de vache.

Tableau II : Teneurs en minéraux des laits concentrés comparées au lait entier pasteurisé.

Tableau III : Gamme d'étalonnage des protéines.

Tableau IV : Résultats de la Mesure du pH.

Tableau V : Comparaison de la moyenne multiple par paires des laits selon le pH.

Tableau VI : Résultats de Mesure de l'acidité.

Tableau VII : Classement des trois marques du lait étudiées par le test HSD selon l'acidité.

Tableau VIII : Résultats de mesure de la densité.

Tableau IX : Test de comparaison multiple HSD pour le critère densité.

Tableau X : Résultats de mesure de la viscosité.

Tableau XI : Classement des trois laits étudiés par le test HSD pour le critère de viscosité

Tableau XII : Résultats de Mesure de la matière sèche.

Tableau XIII : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière sèche.

Tableau XIV : Résultats de mesure de la matière minérale.

Tableau XV : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière minérale.

Tableau XVI : Résultats de mesure de la matière organique.

Tableau XVII : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière organique.

Tableau XVIII : Résultats de la teneur en matière grasse.

Tableau XIX : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière grasse.

Tableau XX : Résultats de la détermination de l'extrait sec dégraisse.

Tableau XXI : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière dégraisse.

Tableau XXII : Résultats de la détermination de la teneur de lactose.

Tableau XXIII : Teneur moyenne en protéine pour les trois marques du lait étudiées.

Tableau XXIV : Teneur moyenne en protéine pour les trois marques du lait étudiées.

Tableau XXV : Classement des trois marques du lait étudiées par le test HSD selon la teneur moyenne en protéines (g/l).

Liste des figures

Photographie 01 : Poudre du lait 0% de matière grasse.

Photographie 02 : Poudre du lait 26% de matière grasse

Photographie 03 : Traitement de l'eau.

Photographie 04 : Le dégazage.

Photographie 05 : L'homogénéisation du lait.

Photographie 06 : La filtration du lait.

Photographie 07 : Le pasteurisateur.

Photographie 08 : Stockage et conditionnement du lait

Photographie 09 : Les échantillons du lait

Photographie 10 : Le pH mètre

Photographie 11 : Détermination de l'acidité titrable.

Photographie 12 : Le densimètre.

Photographie 13 : Le viscosimètre.

Photographie 14 : Les étapes de mesure matière séché.

Photographie 15 : Séparation les deux phases par décantation.

Photographie 17 : Dosage de lactose.

figure18 : Corrélations des variables sensorielles des trois marques du lait étudiés.

Figure 19 : Corrélation des critères sensoriels du lait froid avec les caractères physicochimiques.

Figure 20 : Résultats de l'analyse sensorielle du lait bouilli.

Figure 21 : Corrélation des critères sensoriels du lait bouilli avec les caractères physicochimiques.

Introduction

Le lait est un produit hautement nutritif sur le plan de la nutrition .Sa production doit être sévèrement contrôlé en raison des risques éventuels qu'il peut présenter pour la santé humaine.

L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb, avec près de 3 milliards de litres par an (**Kirat, 2007**).

Cet aliment occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale. Acteur clé de l'industrie agroalimentaire, la filière Lait connaît une croissance annuelle de 8%. Avec un taux de collecte inférieur à 15%, cette filière reste, cependant, fortement dépendante de l'importation de poudre de lait (**Silait, 2008**).

Notre travail a pour objectif l'étude de la qualité physico-chimique et organoleptique de trois marques de laits reconstitués (Athmani, Ramila et Familait) produits dans la W. de Khenchela.

Plusieurs études ont été réalisées sur la qualité physicochimique du lait, cependant la qualité organoleptique n'a jamais été étudié à part ou couplée avec la qualité physico-chimique. En effet, à partir d'une matière première variable, l'industriel doit fabriquer un lait reconstitué stable et constant et cela en respectant les contraintes technologiques, économiques et hygiéniques. Pour répondre à la question de stabilité, nous avons évalué la qualité physico-chimique et organoleptique des trois laits.

Pour cela notre étude est divisée en deux parties :

- Une synthèse bibliographique : subdivisée en deux chapitres, le premier est consacré pour les généralités sur le lait, et le deuxième sur la fabrication du lait pasteurisé.
- Une partie pratique : subdivisée en matériel et méthodes, résultats et discussion, et une conclusion.

Chapitre 7 :
Généralité sur le
lait

I. Définitions du lait

Le terme « Lait », qui est apparu dans la langue au XII^e siècle, vient du latin *lac* ou *lacis*. Le mot a servi ensuite de radical à de nombreux autres mots.

Le lait a été défini en 1908 à la cour du Congrès International de la représentation des fraudes à Genève comme étant : Le lait est le produit intégral de la traite totale et non interrompue d'une femelle laitière bien portante bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir colostrum (Veisseyre, 1978).

Le lait est un liquide biologique de couleur généralement blanchâtre produit par les mammifères femelles. La lactation, fait pour les femelles de ces espèces de produire du lait, est une des caractéristiques définissant les mammifères. Le lait est produit par les cellules sécrétrices des glandes. Chez les mammifères téliers, ces glandes sont contenues dans les mamelles.

Le terme "Laits de consommation" désigne les différentes catégories de laits vendus à l'état liquide. Ces laits sont présentés obligatoirement en emballages fermés jusqu'à la remise au consommateur (Cnera, 1981).

II. Composition de lait

Le lait est un aliment complet puis qu'il fournit seulement l'eau, les lipides, le glucide et les protéines. Mais également la plupart des nutriments (Derche, 1986).

Tableau I : La composition du lait de vache. (Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2005).

Poids/volume	Lait écrémé, 250 ml (1 tasse)	Lait 1 % M.G. 250 ml (1 tasse)	Lait 2 % M.G. 250 ml (1 tasse)	Lait 3,25 % M. G. 250 ml (1 tasse)
Calories	88	108	129	155
Protéines	8,7 g	8,7 g	8,5 g	8,3 g
Glucides	12,8 g	12,9 g	12,1 g	11,7 g
Lipides	0,2 g	2,5 g	5,1 g	8,4 g
Fibres alimentaires	0,0 g	0,0 g	0,0 g	0,0 g

II.1. L'eau

Le lait contient en moyenne 800g /l d'eau, cette eau se trouve sous deux états : l'eau extra-micellaire représente environ 90% de l'eau totale, et contient la quasi-totalité du lactose, des sels minéraux solubles etc.

L'eau intra micellaire représente 10% de l'eau totale, une fraction de cette eau est liée aux caséines et l'autre conserve des propriétés solvantes (Mahaut et al., 2000).

II.2. Les Glucides

Les glucides essentiellement représentés dans le lait par le lactose (Debry, 2001). Le lactose est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée, peu soluble qui possède un groupement réducteur, sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$ est constituée d'une molécule de α ou β -glucose et d'une molécule de β -galactose.

Le lactose est synthétisé par des cellules acineuses de la glande mammaire à partir du glucose et galactose sanguin.

Le lactose joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substance de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et galactose, puis transformation ces hexoses en acide lactique (**Mathieu, 1998**).

Il favorise également l'assimilation du calcium et des matières azotées (**Loquet, 1990**).

Le lactose est sensible à la chaleur, entre 110-130 °C, la forme hydratée perd son eau de cristallisation. Au-delà de 150°C on observe le jaunissement puis vers 170°C un brunissement (**Veisseyre, 1979**).

Le glucide prédominant est le lactose qui représente une teneur de près de 50g par litre. En outre le lait peut contenir des facteurs de croissance qui sont des polysaccharides et d'oligosaccharides (**Adrian et Lepen, 1987**).

II.3. Matière azotée

Elles sont constituants importants dans l'apport alimentaire des populations humaines (**Debry, 2001**).

Elles possèdent des qualités nutritionnelles remarquables, se signalent par leurs activités biologiques et jouent un rôle de premier plan dans les propriétés physico-chimiques de lait et sa stabilité (**Mathieu, 1998**).

Les matières azotées englobent deux groupes :

- Les protéines sont représentées principalement par la caséine qui est la protéine caractéristique du lait. Les caséines sont structurées sous forme de micelles une propriété importante des micelles et de pouvoir être déstabilisée par voie acide ou par voie enzymatique. Elles constituent le fondement de la transformation (**Ramet et Gauraud, 1985**).

Les protéines sont les constituants les plus recherchés du lait les facteurs de variation de leurs concentrations sont d'origine physiologique, génétique ou alimentaire (**Murphy et O'meara, 1993 ; Colon et al . , 1995**).

Les micelles de caséine sont constituées de 92% de protéine et de 8% de minéraux (**Brule et Lenoir, 1987**).

- Les matières azotées non protéiques du lait (environ 5% de l'azote totale) sont constituées de nombreuses molécules provenant du métabolisme de la mamelle, et en particulier d'urée dont l'azote constitue environ la moitié de l'azote de cette fraction (Clermont, 1987).

II.4. La matière minérale

Le lait contient des sels à l'état dissous (molécules et ion) et à l'état colloïdal. Il est possible de chiffrer les matières minérales en cendres de lait (Mathieu, 1994).

Ces sont les ions des sels. On les nomme par leur nature : chlorure, sodium, phosphate et calcium, le soufre provenant des protéines ayant des acides aminés soufrés (Mathieu, 1994).

Les oligo-éléments sont présents plus ou moins à l'état de trace (mg/l à µg/l) : Aluminium, silicium, manganèse. Certains sont indispensables en nutrition, zinc, fer, cuivre, iode, molybdène, et sélénium (Mathieu, 1994).

Des traces d'éléments lourds et/ou toxiques ont pu aussi être détectées : arsenic, cobalt, chrome, plomb, mercure, cadmium, (Mathieu, 1994).

Les anions et les cations des sels ont un grand rôle dans la structure et la cohésion des micelles, leur répartition et leur modification se révèlent indispensables si l'on veut comprendre la stabilité du lait et son comportement lors de son traitement et transformation (Mathieu, 1998).

Ce sont les ions des sels. On les nomme par leur nature : chlorure et sodium, phosphate et calcium.

Tableau II : Teneurs en minéraux des laits concentrés comparées au lait entier pasteurisé (mg/100 g).

Minéraux	Lait entier			Lait écrémé séché
	Pasteurisé	Evaporé	Condensé	
Calcium	110	292	286	1280
Magnésium	11	31	29	127
Sodium	58	1 88	132	555
Potassium	126	354	389	1 588

Phosphore	90	253	233	968
Fer	0,04	0,26	0,23	0,27
Zinc	0,36	0,95	1,03	0,27
Cuivre	<0,01	0,02	<0,01	<0,01

- ✓ **Phosphore.** Le lait est une **excellente source** de phosphore. Le phosphore est le deuxième minéral le plus abondant de l'organisme après le calcium. Ce minéral joue un rôle essentiel dans la formation et le maintien de la santé des os et des dents. De plus, il participe entre autres à la croissance et à la régénérescence des tissus, aide à maintenir le pH du sang à la normale et est l'un des constituants des membranes cellulaires(Mathieu, 1998).

- ✓ **Calcium.** Le lait est une **excellente source** de calcium. Ce minéral est de loin le plus abondant dans le corps. Le calcium est majoritairement entreposé dans les os, dont il fait partie intégrante. Il contribue à la formation des os et des dents, ainsi qu'au maintien de leur santé. Le calcium joue aussi un rôle essentiel dans la coagulation du sang, le maintien de la pression sanguine et la contraction des muscles, dont le cœur (Mathieu, 1998).

- ✓ **Sélénium.** Les laits 1 % et 3,25 % sont de **bonnes sources** de sélénium, tandis que les laits écrémé et 2 % n'en sont que des sources. Ce minéral travaille avec l'un des principaux enzymes antioxydants, prévenant ainsi la formation de radicaux libres dans l'organisme. Il contribue aussi à convertir les hormones thyroïdiennes en leur forme active(Mathieu, 1998).

II. 5. Les vitamines

Composés organiques indispensables, en petites quantités au bon fonctionnement de l'organisme, du métabolisme et également de la croissance chez les enfants (Encarta, 2006).

D'une manière générale, le colostrum est plus riche en vitamines que le lait. Ainsi que les traitements industriels et les conditions de stockage peuvent réduire au lait sa valeur vitaminique (LarousseAgricol, 1928).

Le lait contient presque toutes les vitamines appartenant aux deux grands groupes (Alais,1975).

II.5.1. Les vitamines liposolubles

Les vitamines (A, D, et K) associées à la matière grasse. Après l'écémage, elles se trouvent dans la crème et le beurre. Le lait écrémé et le lactosérum en sont dépourvus. Leur taux est sous influence de facteurs exogènes ; nourriture ; radiations solaires ; il est donc très variable. (Kneifelet Mayer,1991).

- **Vitamine A** : Les laits écrémés, 1 % et 2 % sont de **bonnes sources** de vitamine A, tandis que le lait 3,25 % en est seulement une source. La vitamine A est l'une des vitamines les plus polyvalentes, jouant un rôle dans plusieurs fonctions de l'organisme. Cette vitamine favorise entre autres la croissance des os et des dents. Elle maintient la peau en santé et protège contre les infections. De plus, elle joue un rôle antioxydant et favorise une bonne vision, particulièrement dans l'obscurité.
- **Vitamine D** : Le lait constitue une **excellente source** de vitamine D. La vitamine D est étroitement liée à la santé des os et des dents, en rendant disponibles le calcium et le phosphore dans le sang, entre autres pour la croissance de la structure osseuse. La vitamine D joue aussi un rôle dans la croissance des cellules, dont les cellules du système immunitaire. À noter que la vitamine D est ajoutée au lait. (Kneifel et Mayer, 1991).

II.5.2. Les vitamines hydrosolubles

Les vitamines du groupe B, vitamine C, qui représentent dans la phase aqueuse (lait écrémé, lactosérum) (Kneifel et Mayer, 1991).

Le taux de ces vitamines ne dépend guère des influences extérieures, il varie relativement peu dans l'eau.

- **Vitamine B2**. Le lait est une excellente source de vitamine B2, vitamine connue aussi sous le nom de riboflavine. Tout comme la vitamine B1, elle joue un rôle dans le métabolisme de l'énergie de toutes les cellules. De plus, elle contribue à la croissance et à la réparation des tissus, à la production d'hormones et à la formation des globules rouges (Kneifel et Mayer, 1991).

- **Acide pantothénique. (Vitamine B5).** Le lait est une bonne source d'acide pantothénique. Il fait partie d'un coenzyme clé dans l'utilisation de l'énergie des aliments que nous consommons. Il participe aussi à plusieurs étapes de la synthèse des hormones stéroïdiennes, des neurotransmetteurs et de l'hémoglobine.
- **Vitamine B12.** Le lait est une excellente source de vitamine B12. Cette vitamine travaille de concert avec l'acide folique (vitamine B9) pour la fabrication des globules rouges dans le sang. Elle participe aussi à l'entretien des cellules nerveuses et des cellules fabriquant le tissu osseux.

II.6. La matière grasse

Les matières grasses fournissent l'énergie dont l'organisme a besoin, elles sont également une source d'acide gras et donnent au lait sa saveur (**FAO, 2001**).

La teneur en matière grasse du lait ou taux butyrique (TB) est le nombre de gramme de substance dans un kilogramme ou un litre de lait (**Derby, 2001**).

La matière grasse du lait comprend l'ensemble des composant du lait solubles dans les solvants organiques apolaires mais insolubles dans l'eau. A côté des liquides proprement dits, elle comprend une part de constituants liposolubles, en général en très faible quantité (**Goursaud, 1985**).

La matière grasse se présente sous forme de globules gras (4 à 5), immergés dans l'eau : petites gouttelettes de triglycérides enveloppées d'une membrane protectrice (**Alais et Linden, 1997**).

Chapitre 77 :
Fabrication du
lait

I. Définition de la qualité

D'après la norme **ISO/Dis 8402 (ICx 50-120)**: «La qualité c'est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites».

I.1. Qualité physico-chimiques du lait

Le lait est un liquide blanc mat, légèrement visqueux, dont la composition et les Caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races. Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite ou de l'allaitement. La connaissance des propriétés Physico-chimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés (**Alais et Linden, 1997**).

I.1.1. Densité de lait

Le poids d'une substance par unité de volume est la masse volumique ; tandis que la densité est le rapport de la masse volumique avec celle de l'eau. Étant donné que la masse volumique de toute substance varie avec la température, il importe de spécifier cette dernière en rapportant les résultats. (**Alais et Linden, 1997**).

La densité du lait à 15°C est en moyenne 1.032 (1.028- 1.035). Elle est la résultante de la densité de chacun des constituants du lait. Pour le lait entier, il convient de mesurer la densité à 30°C pour que les matières grasses soient à l'état liquide, car autrement, à l'état solide, les matières grasses ont une densité supérieure et variable. Retenons aussi que s'il y a présence d'air dans le lait, la densité sera plus faible (**Alais et Linden, 1987**).

La densité des constituants laitiers à 30°C s'établit comme suit (4):

Matières grasses (MG) : 0,913 ; Extrait sec dégraissé : 1,592 ; Lactose (L) : 1,63 ;
Protéines (P) : 1,35 ; Cendres (C) : 5,5.

I.1.2. Acidité du lait

Le pH (acidité active) d'un lait normal varie de 6,2 à 6,8, mais la majorité des laits ont un pH entre 6,4 et 6,6. Le colostrum est plus acide que le lait normal, tandis que le lait de fin de lactation et celui de vaches malades ont généralement un pH plus élevé, se rapprochant du pH du sang (Gonfa et al., 2001).

L'acidité du lait exprimée en pourcentage d'acide lactique peut varier de 0,10 à 0,30%. La majeure partie des laits a une acidité de 0,14 à 0,17%. Les constituants naturels du lait qui contribuent à l'acidité sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05- 0,08%), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%). L'acidité du lait peut aussi être exprimée en « degré Dornic ».

Un lait frais peut avoir comme acidité entre 16 et 18° Dornic (avec 1°D = 0.1 g d'acide lactique par litre). En technologie laitière, on s'intéresse particulièrement aux changements de l'acidité au cours des traitements (Gonfa et al., 2001).

En effet, ces changements peuvent influencer la stabilité des constituants du lait. Le chauffage du lait cause la perte de gaz carbonique, peut décomposer le lactose en acides organiques divers ou causer le blocage des groupements aminés des protéines et provoque alors une augmentation de l'acidité (Gonfaal., 2001).

De même, aux températures élevées, le phosphate tricalcique peut précipiter et causer une augmentation de l'acidité déclenchée par la dissociation des radicaux phosphates. Le développement des bactéries lactiques dans le lait transforme le lactose surtout en acide lactique (Gonfaal., 2001).

I.2. La qualité organoleptique du lait

Selon MC Leod et Sauvageot (1986), par définition l'évaluation sensorielle implique une intervention active de l'homme, donc la mise en jeu d'un ensemble de mécanismes qui font qu'un stimulus de nature matérielle engendre des sensations qui en atteignant le niveau de la conscience, deviennent des perceptions

I. 2. 1. Objectif de l'évaluation sensorielle

D'après Roudaut et Lefrancq (2005), l'analyse sensorielle est un passage obligatoire pour les industriels du marché agroalimentaire. En effet, cette technique vise la

satisfaction des besoins du consommateur tout en réduisant les pertes aussi bien pour le fabricant que pour le revendeur. Ainsi, selon le type, l'évaluation sensorielle peut avoir comme objectifs :

- La description objective d'un produit pour établir un profil sensoriel,
- L'étude de la satisfaction des consommateurs et/ou de leurs préférences,
- La conception de nouveaux produits ou l'optimisation de ceux qui existent déjà,
- L'imitation de certains produits,
- L'étude de l'évolution du produit dans le temps.

a) La couleur

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

Explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche (**Reumont, 2009**).

b) La saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum.

L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

C) L'odeur

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

D) La consistance

Le lait est deux fois plus visqueux que l'eau, car plusieurs facteurs interviennent pour l'augmenter comme:

- L'élévation du taux de matières grasses.
- L'accroissement du taux de protéine et tout particulièrement la caséine.
- La diminution du degré de température du lait cru.
- Le stockage du lait pendant une assez longue période.

II. Fabrication du lait pasteurisé

II.1. Réception du lait cru

II. 1. 1. Arrivage de la citerne

Dès l'arrivée de la citerne, l'opérateur mentionne numéro de la citerne, numéro de bon, la tournée (la ville d'origine), nom et la matricule du chauffeur, l'heure de l'arrivée et le lit rage annoncé.

II. 1. 2. Prélèvement

L'opérateur vérifie le plombage des compartiments, la propreté de la citerne et il prélève un échantillon de chaque compartiment après une agitation de ce dernier, ensuite il effectue le premier contrôle.

II. 1. 3. Contrôle

Le lait cru soumis à des tests physico-chimiques lors de sa réception à l'usine, ainsi que le lait produit pour la vérification de la qualité et le respect des normes.

II. 1. 4. Le dépotage et refroidissement

Au cours du dépotage, le lait cru passe par le dégazeur à vide (séparateur d'air) afin d'éviter le risque d'encrasser le refroidisseur. Une pompe centrifuge soutire le lait du dégazeur à travers des filtres qui piègent les objets étrangers.

Le lait filtré est refroidi dans un refroidisseur à une température de 4°C puis pompé vers les tanks de réception; Ce lait est stocké pendant 1 à 2 h avant d'être traité, une agitation est nécessaire pendant 5 à 10 min avant le début du traitement pour la quantité générale.

II.2. Procédé de fabrication du lait

Le lait pasteurisé conditionné peut être fabriqué à partir de la poudre de lait à 0% matière grasse ou tout simplement à partir de mélange de la poudre de lait à 0% de matière grasse et celle à 26% matière grasse de façon à avoir un lait pasteurisé conditionné à 15% de matière grasse.

Dans l'unité laitière on utilise seulement le deuxième cas (poudre de lait à 0% matière grasse mélange à poudre de lait à 26% matière grasse et le lait cru).(**Jean Christian, 2001**).

III. Le lait reconstitué

III. 1. Définitions

La recombinaison : l'opération de recombinaison consiste à mélanger dans une eau convenable les différents composants du lait pour réaliser un produit le plus voisin possible du lait initial. Les trois composants essentiels sont l'eau, la poudre de lait écrémé spray et la matière grasse laitière anhydre. Dans certains cas quelques adjuvants complémentaires sont utilisés(**Avezard et Lablee, 1990**).

La reconstitution : la reconstitution est l'opération qui consiste à diluer dans une eau convenable une poudre spray grasse, elle peut aussi correspondre à reconstituer un lait écrémé(**Avezard et Lablee, 1990**).

Le journal officiel de la république algérienne (1993), a donné les définitions du lait reconstitué et du lait recombinaison comme suit :

Le lait reconstitué est dit Écrémé, en cas d'utilisation de lait en poudre écrémé extra grade c'est-à-dire tirant moins de 1, 25 % de matières grasses, entier, en cas d'utilisation de lait en poudre tirant au moins 26% de matières grasses.

Le lait recombinaé est obtenu par mélange d'eau, de matière grasse et de lait en poudre écrémé extra grade titrant moins de 1.25 de matière grasse.

Les usines de reconstitution sont en majorité implantées dans les pays endéveloppement qui grâce à leurs ressources naturelles ont une population dont le pouvoird'achat et le nombre augmentent rapidement.

En outre, dans beaucoup de ces pays des créations d'élevage ont démontré aux responsables locaux qu'il leur en coûterait toujours sensiblement plus cher de produire du lait frais chez eux que d'importer de la poudre pour la reconstitution, même non subventionnée, des nations spécialisées dans l'élevage des vaches laitières. Ceci s'est vérifié aussi bien en Afrique du Nord qu'en Egypte et que dans tout le Moyen-Orient (Apria, 1980).

III. 2. Matières premières

Selon Apria(1980), il s'agira :

- Des laits en poudre gras ou écrémé,
- Des matières grasses laitières ou végétales,
- De l'eau de reconstitution,
- Des additifs.

III. 2. 1. Lait en poudre

En effet, il s'agira dans la quasi- totalité des cas de poudre écrémé, non pas que la grasse ne donne pas d'excellents résultats mais parce que la durée de conservation de cette dernière est trop limitée et n'atteint quelques mois que si la poudre est maintenue à une température de l'ordre de 15°C. La matière grasse contenue dans la poudre étant en présence d'air s'oxyde, en effet, rapidement et communiquera un goût désagréable aux produits reconstitués (Apria, 1980).

Les poudres écrémées qui seront donc mises en œuvre auront une composition en effet identique aux spécifications admises internationalement pour définir les poudres destinées à l'alimentation humaine :

- Humidité maximale 4.0%
- Matière grasse maximale 1.25%
- Acidité titrable maximale 0.10-0.15%
- Solubilité 1.2 ml.
- Teneur en germes totaux (g) 50.000 max.
- Coliformes absence dans 1g.



Photographie 01 : Poudre du lait 0% de matière grasse.

III. 2. 2. Matière grasse

Dans la majeure partie des cas, les usines de reconstitution utilisent des huiles de beurre ou des matières grasses lactiques anhydres (MGLA). Cette dernière ne peut être obtenue qu'à partir de lait frais en passant au besoin, par le stade crème ou beurre non maturée alors que les huiles de beurre sont fabriquées à partir de beurre de stockage (Apria, 1980).

La MGLA et les huiles de beurre ont une composition voisine :

- Humidité maximale 0.1%
- Teneur en matière grasse minimale 99.8%
- Acides gras libres maximale 0.3%
- Teneur en cuivre maximale 0.05ppm
- Teneur en fer maximale 0.2ppm

- Absence de coliformes dans 1 gramme
- Absence de neutralisants



Photographie02:Poudre du lait 26% de matière grasse.

III. 2. 3.L'eau de reconstitution

L'eau est l'une des matières premières de tous les types de produits laitiers reconstitués et recombinaison. Elle doit être une eau potable de bonne qualité, dépourvue de micro-organismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable $\text{CaCO}_3 < 100$ mg/l (Bylund, 1995).

Une teneur excessive en matière inorganique menace l'équilibre des sels du produit reconstitué ou recombinaison qui, à son tour, pose des problèmes au niveau de la pasteurisation, sans parler de la stérilisation ou du traitement UHT. Trop de cuivre ou de fer dans l'eau peut introduire des goûts atypiques à cause de l'oxydation de la matière grasse. (Bylund, 1995).

Les niveaux maxima recommandés sont par conséquent :

- Cu (cuivre) 0,05 mg/l
- Fe (fer) 0,1 mg/l

III. 3. Atelier de reconstitution ou de recombinaison

Avezard et Lablee (1990), ont montré que les opérations de reconstitution ou de recombinaison sont à distinguer selon qu'il s'agit d'addition d'eau à une seule ou plusieurs matières premières déshydratées, la technique la plus couramment employée est la combinaison du lait.

En effet, cette technique met en œuvre ; à partir de composants pouvant être stockés sans suggestion particulière de température et d'humidité.

La MGLA, généralement conditionnée dans des futs métalliques de 200 kg,

La poudre de lait spray écrémé, conditionnée sous sacs de 25 kg de polyéthylène doublée de sacs de papier (Avezard et Lablee, 1990).

III. 3. 1. Traitement de l'eau

Ce traitement devra se faire avec des procédés compatibles avec la législation en vigueur dans le pays concerné. En présence d'eau riche en ions alcalino-terreux, il est illusoire de considérer qu'un traitement d'adoucissement par permutation sur résine cationique constitue un facteur d'amélioration pour l'eau de recombinaison. (Avezard et Lablee, 1990).

Il est indispensable de ramener les quantités d'ions chlore à une quantité inférieure ou égale à 15 mg/l (Avezard et Lablee, 1990).



Photographie03: Traitement de l'eau.

III. 3. 2. Température de recombinaison

La potabilité bactériologique de l'eau est fondamentale pour les besoins de nettoyage en place. Elle est également souhaitable pour la recombinaison, même si le traitement thermique du lait est prévu en aval (Avezard et Lablee, 1990).

La température recommandée est de 35/45°C à cette température la poudre a :

- La meilleure mouillabilité,

- La meilleure dissolvabilité.

III. 3. 3. Inclusion de la poudre écrémé

Le dispositif d'inclusion pour les débits importants est généralement composé de deux éléments :

A. Le système de manutention de poudre :qui doit,

- Éviter toute agglutination des particules,
- Éliminer les fines au maximum,
- Éviter toute désamination de poudre dans la salle de traitement,
- Etre, si possible nettoyable en place.

B.Le système d'inclusion de poudre proprement dit :qui doit réaliser,

- La meilleure dispersibilité,
- La meilleure mouillabilité immédiate des particules de poudre,
- Éviter l'entrée de l'aire dans le liquide,
- Etre évidemment parfaitement nettoyable.

III. 3. 4. Agitation et recyclage

Le recyclage couplé avec l'agitation dans les tanks a pour but :

- D'augmenter la dispersibilité,
- De favoriser l'hydratation des composants colloïdaux,
- D'éviter la formation d'agglomérat (dus surtout à la présence de fines).

III. 3. 5. Thermisation

Le lait recombéné est à la fin du recyclage porté à une température convenable en vue deréaliser le dégazage. Cette opération se fait généralement à l'aide d'un appareil à plaques.

III. 3. 6. Dégazage

Cette opération a pour but de permettre l'homogénéisation de la MGLA dans les meilleures conditions. Elle 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 (**Luquet, 1990**).



Photographie 04: Le dégazage.

III. 3. 7. L'homogénéisation

L'homogénéisation se fait à une température de l'ordre de 65°C. Il est envoyé, à l'aide d'une pompe doseuse, une quantité de MGLA liquide en amont de l'homogénéisateur (**Cheflet, 1977**).

Suivant les cas et l'affection ultérieure du lait reconstitué ; l'homogénéisation peut être partielle ou totale selon que la puissance de l'homogénéisateur installé permet le passage de la totalité ou d'une partie simplement du lait écrémé, sortant du dégazage (**Cheflet, 1977**).



Photographie 05:L'homogénéisation du lait.

III.3.8. Filtration

La filtration est une opération physique qui précède le traitement thermique. Elle consiste à éliminer les impuretés macroscopiques et les grumeaux qui peuvent se trouver dans le lait reconstitué.



Photographie 06: La filtration du lait.

III.3.9. La pasteurisation

La pasteurisation correspond à la destruction à ses température comprise entre 60 et 100°C des seules formes végétatives des micro-organismes, incluant la flore banal et certains pathogènes (Salmonella, Brucella, Listéria, etc...).

Elle permet d'allonger de vie des produits stockés en froids positifs de quelques jours à quelques semaines. (**Jeantet et al.,**).

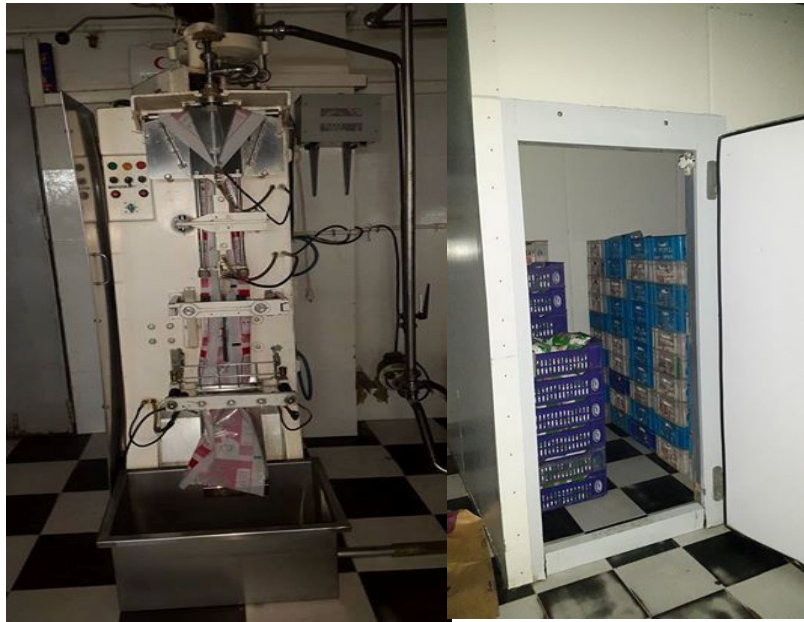


Photographie 07: Le pasteurisateur.

III. 3. 10. Stockage et conditionnement

Après le traitement thermique, le lait pompé vers un tank de stockage en suit va passer au conditionnement.

Le produit refroidi est conditionné en sachet de 1L avant d'être stocké en chambre froide à une température comprise entre 4 et 6°C pour la distribution.



Photographie 08: Stockage et conditionnement du lait

*Etude
expérimentale*

I. L'échantillonnage

Cette étude a porté sur trois marques de laits reconstitués partiellement écrémés produit par trois laiteries de Khenchela, à savoir :

- La laiterie Athmani située dans Route de ZOUI 40 000-Khenchela.
- La laiterie Ramila localisée dans, cité JOLI VUE-Khenchela.
- La laiterie Familait située dans la région de Babar,

Un échantillon (2 sachet du lait pour chaque marque) est prélevé à partir du marché, dans les conditions habituelles de vente. Un des deux sachets est destiné pour les analyses physico-chimiques et l'autre pour l'évaluation sensorielle. L'échantillon du lait est transporté dans une glacière assurant le maintien de la température de 4°C jusqu'à l'arrivée au laboratoire. Pour chaque marque du lait, trois échantillons ont été analysés.

Toutes les analyses physico-chimiques et sensorielles ont été réalisées au niveau du laboratoire pédagogique de l'université Abbes Laghrour-Khenchela.



Photographie 09 : Les échantillons du lait

Cette étude a porté sur trois marques de laits reconstitués partiellement écrémés produit par trois laiteries de Khenchela, à savoir :

- La laiterie Athmani située dans Route de ZOUÏ 40 000-Khenchela.
- La laiterie Ramila localisée dans, cité JOLI VUE-Khenchela.
- La laiterie Familait située dans la région de Babar,

Un échantillon (2 sachet du lait pour chaque marque) est prélevé à partir du marché, dans les conditions habituelles de vente. Un des deux sachets est destiné pour les analyses physico-chimiques et l'autre pour l'évaluation sensorielle. L'échantillon du lait est transporté dans une glacière assurant le maintien de la température de 4°C jusqu'à l'arrivée au laboratoire. Pour chaque marque du lait, trois échantillons ont été analysés.

Toutes les analyses physico-chimiques et sensorielles ont été réalisées au niveau du laboratoire pédagogique de l'université Abbes Laghrour-Khenchela.



Photographie 09 : Les échantillons du lait

II. L'analyse physicochimique

II. 1. Préparation des échantillons

La préparation de l'échantillon et le prélèvement de la portion servant à l'analyse sont les deux premières étapes d'une analyse physico-chimique. Ces étapes sont importantes pour la réussite d'une analyse, car l'exactitude du résultat en dépend. Les techniques qui seront utilisées lors de ces étapes devront permettre de respecter le principe suivant : L'aliquote prélevé pour l'analyse doit être le plus représentatif possible du lot (Salghi, 2010).

II. 2. 1. Principe

Cette préparation consiste à rendre l'échantillon homogène et à l'amener à la température à laquelle est effectuée l'analyse (AFNOR, 1985).

II. 2. 2. Appareillage

- Béchers ou verres à pied de 300 ml environ,
- Baguette en verre d'environ 20 cm de longueur et de 8 mm de diamètre,
- Flacon,
- Récipient.

II. 2. 3. Mode opératoire

- Amener si nécessaire l'échantillon à 25°C environ,
- Agiter le flacon et le retourner plusieurs fois,
- Verser son contenu dans un récipient,
- Transvaser l'échantillon dans un autre récipient à plusieurs reprises afin de le rendre homogène.

Si le résultat n'est pas satisfaisant procéder à une homogénéisation mécanique. Quelle que soit la technique choisie, il est indispensable de récupérer la totalité des éléments constituant l'échantillon, en particulier ne pas omettre de récupérer à l'aide de la baguette la matière grasse adhérant aux parois du flacon et au bouchon.

II. 3. Mesure de pH

II. 3. 1. Mode opératoire

- Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons.
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser et lire la valeur du pH.
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.
- Lecture de résultat : la valeur indiquée sur le pH-mètre.



Photographie 10 : Le pH mètre

II. 4. Détermination de l'acidité titrable

II. 4. 1. Définition

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (Afnor, 1985).

II. 4. 2. Principe

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

II. 4. 3. Réactifs

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

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

II. 4. 4. Appareillage

Matériel courant de laboratoire et notamment :

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

II. 4. 5. Mode opératoire

- Dans un bécher introduire 10 ml de lait prélevé à la pipette.
- Ajouter dans le bécher quatre gouttes de la solution de phénolphtaléine.
- Titrer par la solution d'hydroxyde de potassium 0.1N jusqu'à virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait.
- On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes.

II. 4. 6. Expression des résultats

L'acidité exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait est égale à :

$$D^{\circ} = V_1 \times 10$$

D° : L'acidité dornique

V_1 : est le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium 0.1 N nécessaire.



Photographie 11 : Détermination de l'acidité titrable.

II. 5. Détermination de la densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (Pointurier, 2003).

II. 5. 1. Mode opératoire

- Rincer l'éprouvette avec de lait reconstitué à analyser.
- Verser le lait reconstitué dans l'éprouvette ; tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait doit provoquer un débordement de liquide. Ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gênaient la lecture.
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette est en le retenant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.
- Attendre 30 secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.

II. 5. 2. Lecture de résultat

Après stabilisation du lactodensimètre, lire la graduation apparente au niveau supérieur de la tige. La densité est calculée selon la formule suivante :

$$D=1+ (L \times 10^{-3})$$

D : densité du produit.

L : valeur indiquée sur la tige.



Photographie 12 : Le densimètre.

II. 6. Mesure de la viscosité

II. 6. 1. Mode opératoire

La viscosité a été mesurée en utilisant un viscosimètre comme suit :

- Placer l'interrupteur général sur la position ON.
- Après stabilisation de l'écran d'affichage, retirer le mobile et presser une touche quelconque.
- Après cette opération le DV-I commence son réglage automatique de zéro, «Autozeroing ».
- Après environ 15secondes l'écran s'affiche, remettre le mobile et presser une touche quelconque, à ce moment-là l'écran normal du DV-I s'affiche.
- Presser la touche de sélection du mobile (SELECT SPINDLE) ; la lettre S commence à clignoter, régler le numéro du mobile par les flèche haut/ bas ↓↑ pendant que le S clignote.
- Lorsque le code du mobile souhaité est affiché, presser une nouvelle fois sur la touche SELECT SPINDLE, la lettre S cesse de clignoter, ainsi le nouveau code du mobile est accepté.
- Pour sélectionner la vitesse, presser une des flèches haut/ bas ↓↑ ce qui affiche la vitesse déjà sélectionnée dans la zone à droite du RPM. Régler la vitesse par les flèches haut/ bas (la vitesse utilisée est de 10 tour/mn). Lorsque la vitesse souhaitée est affichée, presser une nouvelle fois sur la touche SET SPEED pour confirmer.
- Une fois que toutes ces étapes sont effectuées, la mesure de la viscosité peut commencer :
 - ❖ Placer et centrer le mobile et l'immerger dans le produit, en prenant soin de ne pas toucher le fond du pot.
 - ❖ Presser la touche MOTOR ON/OFF pour que le viscosimètre DV-I commence à tourner.
 - ❖ La viscosité est affichée en centi-poise (cP).
 - ❖ Après quelques secondes de rotation du mobile, noter la valeur se répétant à plusieurs reprises ou se stabilisant pendant un laps de temps important, cette valeur obtenue correspond à la viscosité de l'échantillon pour essai.



Photographie 13 : Le viscosimètre.

II. 7. Mesure de la teneur en matière sèche totale

II. 7. 1. Définition

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (AFNOR, 1985).

II. 7. 2. Principe

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

II. 7. 3. Appareillage

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

II. 7. 4. Mode opératoire

- Dans la capsule séchée et tarée à 0.1mg près introduire 5ml de l'échantillon pour essai à l'aide de la pipette 5ml de lait Placer la capsule découverte pendant 30 minutes sur le bain avant l'introduire dans l'étuve.

- Mettre ensuite la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante.
- Peser à 0.1mg près. Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon prépare.

II. 7. 5. Expression des résultats

La matière sèche exprimée en grammes par litre de lait est égale à :

$$(M1-M0) \times 1000 /V$$

M0 : la masse en grammes de la capsule vide.

M1 : la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement

V: est le volume en millilitres de la prise d'essai.



Photographie 14 : Les étapes de mesure matière séché.

II. 8. Mesure la teneur en matière minérale

La détermination de la teneur en matière minérale est effectuée selon la méthode décrite par (Lecoq, 1965).

II. 8. 2. Mode d'opérateur

Un volume de 10 ml de lait est mis dans un creuset séché et taré et placé dans le four à moufle ou l'incinération se fait à une température voisine de 450 – 500°C. L'incinération est poursuivie pendant 4heurs.

$$MM=(X-Y) \times 1000 /V$$

MM: Matière minérale

X: est la masse en grammes du creuset vide et séché avant 'étuvage.

Y: est la masse en grammes du creuset et du résidu après étuvage.

V: est le volume en millilitres de la prise d'essai.

II. 9. Détermination de la teneur en matière organique

La détermination de la teneur en matière minérale est effectuée selon la méthode décrite par (**Lecoq, 1965**).

Elle déterminée à partir des résultats de la matière sèche et minérale. On applique la formule suivante :

$$MO = MST-MM$$

MO: matière organique.

MST: matière sec totale.

MM matière minérale.

II. 10. Détermination de la teneur en matière grasse

La méthode **Rose-Gottlieb** correspond à un dosage des lipides par pesée après extraction éther-ammoniacale.

II. 10. 1. Principe

Les lipides étant, dans le lait, associés notamment aux protéines, il faut déstabiliser cette association. Pour cela on utilise de l'éthanol qui dénature les protéines et de l'ammoniaque qui permet de les solubiliser de nouveau, afin qu'elles ne gênent pas l'extraction des lipides par l'éther.

On extrait ensuite ces lipides par l'éther. Après extraction, le solvant organique contient les lipides, de l'éthanol mais encore une faible quantité d'eau. Afin d'éliminer au maximum la présence d'eau dans le milieu on ajoute de l'éther de pétrole qui permet le relargage de l'eau.

II. 10. 2. Méthode de travail

Le lait utilisé est un lait du commerce, il doit être homogénéisé avant prélèvement.

Dans une ampoule à décanter introduire et mélanger en agitant par rotation :

- 10 cm³ de lait (à l'aide d'une pipette jaugée et d'une poire pro pipette).
- 1 cm³ d'ammoniaque pure.
- 10 cm³ d'éthanol à 95% (à l'aide d'une éprouvette graduée)

Dans la même ampoule ajouter :

- 25 cm³ d'éther éthylique (à l'aide d'une éprouvette graduée) et agiter fortement par retournement.
- 25 cm³ d'éther de pétrole (à l'aide d'une éprouvette graduée) et agiter fortement par retournement.
- Laisser reposer l'ampoule jusqu'à séparation nette des deux phases, la phase supérieure doit être limpide.



Photographie 15 : Séparation les deux phases par décantation.

En suite ;

- Récupérer alors la phase inférieure par le bas dans un bécher.
- Récupérer alors la phase supérieure par le goulot et filtrer sur 1g d'hydrogénosulfate de sodium, recueillir le filtrat dans un ballon.
- Chasser la majeure partie du ROTAVAPOR.



Photographie 16 : Elimination des solvants par Rotavapor.

II. 11. Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée

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

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

ESD : extrait sec dégraissée.

EST: extrait sec total.

MG : matière grasse.

II. 12. Détermination de la teneur en lactose

II. 12. 1. Le principe

Les propriétés réductrices du lactose, en solution dans un filtrat obtenu après défécation du lait par le ferrocyanure de zinc, sont employées pour liqueur de Fehling. Il y a formation d'oxyde cuivreux rouge. On dose ensuite la quantité de cuivre entrée en réaction.

II. 12. 2. Réactifs

- Le ferrocyanure de potassium : solution aqueuse 15g dans 100ml.
- Acétate de zinc : solution aqueuse 30g dans 100ml, Eau distillé liqueur
- Liqueur tartrique alcalin Fehling B. Liqueur ferrique sulfate ferrique à 50 g /acidifie. Solution titré de permanganate de potassium/10 =0.02mol/l.

II. 12. 3. Matériels

- Fiole jaugée de 200ml fiole conique ou petit ballon volume supérieure 200 ml.
- Un entonnoir, un filtre plissé.
- Pipettes graduées
- Eprouvette de 20ml.
- Plaque chauffante agitatrice.
- Burette graduée.

II. 12. 4. Mode opératoire

➤ Défécation

- Dans la fiole jaugée de 200ml introduit successivement 20ml de lait mesuré exactement, 2 ml la solution de ferrocyanure de potassium, puis agiter. 2ml la solution d'Acétate de zinc, puis agiter.
- Complété au trait de jaugée avec l'eau distillé tout en mélangé agité et lisser repose 10 à 15 min, puis filtrer

➤ Réaction de la liqueur de Fehling

Dans un erlenmeyer introduit successivement 20ml liqueur cuprique, 20ml Liqueur tartrique alcalin agitation la solution bleu 10ml de filtra déification, et 10ml d'eau distillé.

Porté tout à ébullition et maintenir celle-ci pendant 3min.

Laisse repose 10 à 15min. précipité rouge de Cu_2O formé se dépose au fond de erlenmeyer.

➤ Lavage du précipité

Il faut éliminer la solution colorée par l'excès de liqueur de Fehling et laver le précipité.

Verser avec précaution le liquide sur le filtre en prenant soin d'entraîner le moins possible de précipiter (s'aider de l'agitateur).

Laver le précipité à l'aide de 5 à 10ml d'eau distillée bouillie (sans O_2 pour éviter l'oxydation du Cu_2O). Laisser reposer 10 à 15 minutes.

Pendant ce temps, éliminer le liquide versé sur le filtre en s'aidant d'une légère dépression.

Recouvrir le précipité qui aurait pu être entraîné sur le filtre par de l'eau distillée bouillie.

Recommencer 2 fois cette opération de lavage de précipité.

➤ **Dissolution du précipité**

- Dans l'erlenmeyer, dissoudre le précipité de Cu_2O avec 10ml de liqueur ferrique (solution verte).
- Changer la fiole conique sous le filtre.
- Transvaser le contenu de l'erlenmeyer sur le filtre pour dissoudre les petites quantités de Cu_2O s'y trouvant.
- Laver l'erlenmeyer, le filtre, l'agitateur à l'eau distillée bouillie froide.

➤ **Dosage**

- Titrer directement dans la fiole par $KMnO_4$ à 0,02 mol/L (placé dans la burette) jusqu'à coloration rose persistante 30 secondes.
- Au cours de toutes ces manipulations, qui doivent être menées rapidement, éviter de laisser le précipité au contact de l'air (le recouvrir d'eau distillée bouillie).



Photographie 17 : Dosage de lactose.

II. 13. Détermination de la teneur en protéines (Lowry et *al.*, 1951)

II. 13. 1. Principe

La méthode de Lowry est une autre méthode de dosage colorimétrique des protéines, complémentaire à celle du Biuret. En effet, la protéine réagit tout d'abord avec un réactif cuivrique alcalin (réactif de Goral de la méthode du biuret) puis un second réactif, dit phosphotungstomolybdique (réactif de Folin-Ciocalteu), est ajouté.

Il est composé d'un mélange de tungstate de sodium et de molybdate de sodium en solution dans de l'acide phosphorique et de l'acide chlorhydrique.

Ce réactif permet la réduction des acides aminés aromatiques (tyrosine et tryptophane) conduisant à la formation d'un complexe coloré bleu foncé dont on mesurera l'absorbance entre 650 et 750 nm.

II. 13. 2. Réactifs

- **Solution alcaline A :**

Soude 0.1 N.....500ml.
Carbonate de sodium anhydre (Na₂ CO₃).....10ml.

- **Solution cuivrique B**

CuSO₄, 5H₂O (0,32g/100ml).....2ml.
Tartrate double de Na et K 1g/100ml).....2ml.

- **Solution C :**

Solution A.....50ml.
Solution B.....1ml.

- **Solution mère de solution BSA**

BSA.....1mg.
Eau distille.....10ml.

II. 13. 3. Préparation de la gamme d'étalonnage

A partir de la solution de BSA, les dilutions sont préparées en suivant le **tableau III**.

Tableau III : Gamme d'étalonnage des protéines.

Concentration de BSA en $\mu\text{g/ml}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Solution mère de BSA μl	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Eau distillé μl	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0

II. 13. 4. Mode opératoire

- 1ml d'échantillon contenant 100 μg de protéine maximum.
- Ajouter 5 ml de solution C et mélanger.
- Laisser 10min à température ambiante.
- Ajouter 0,5ml de réactif de Folin-Ciocalteu.
- Laisser 30min l'obscurité.
- Lire l'absorbance à 750 nm.

II. 13. 5. L'expression des résultats

Une courbe d'étalonnage est tracée en portant l'axe de abscisses, les concentrations de BSA des dilutions ; et sur l'axe des ordonné, les absorbance mesurées respectivement pour chaque dilution.

La concentration de la protéine inconnue X et déterminer en portant la valeur de l'Absorbance correspond sur le l'axe des ordonnées qui est ensuite projeté sur l'axe abscisses.

III. L'évaluation sensorielle

III. 1. Test de classement

L'épreuve de classement consiste à présenter une série de produits et à demander au sujet de classer ces produits par ordre d'intensité ou de degré selon un critère donné Pour chaque prélèvement nous avons appliqué deux tests de classement:

- **Le premier test de classement** : Classement de trois marques de laits reconstitués partiellement écrémés avant ébullition (ou classement de trois marques de laits reconstitués partiellement écrémés froid)
- **Le deuxième test de classement** : Classement de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés après ébullition (ou classement de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés bouillis).

III. 2. Le jury de dégustation

Nous avons composé un jury de 10 sujets (étudiants master II Biochimie et fin de cycle de graduation). On les considère comme sujets qualifiés ou entraînés car ils sont initiés aux techniques d'analyse sensorielle et ont été entraînés à évaluer un produit donné. Plusieurs facteurs ont été pris en considération avant l'évaluation afin d'obtenir des performances optimales de la part des sujets:

- Les sujets ne souffrent d'aucune maladie
- Les sujets sont informés d'éviter l'utilisation des produits fortement odorants tels que Parfums
- Les sujets ne peuvent ni fumer, ni manger, ni boire autre chose que de l'eau pendant la dernière demi-heure précédant l'évaluation.

III. 3. Préparation des échantillons

- Les échantillons sont amenés au laboratoire dans une glacière.
- Les trois marques de lait sont codées avec les lettres A, B et C :

A : lait Ramila, **B** : lait Familait, **C** : lait Athmani.

Nous avons utilisés un demi-litre de chaque sachet pour le premier test de classement et le reste de ces laits pour le deuxième test de classement. Pour le premier test de classement les échantillons sont versés directement dans les gobelets étiquetés, alors que pour le deuxième test les échantillons sont portés à l'ébullition (et nous avons suivis les étapes suivantes :

- Verser le lait dans une casserole propre,
- Porter à l'ébullition,
- Mesurer le temps et la température d'ébullition,
- Filtrer le lait bouilli,

- Verser le lait filtré dans une thermos, nous avons utilisés trois thermos codés A, B, C,

III. 4. Le déroulement de l'essai

L'évaluation a été faite au niveau du laboratoire pédagogique de l'université **Abbes Laghrour –Khenchela**.

Des précautions ont été prises pour que les sujets ne soient pas influencés par des facteurs extérieurs :

- Absence d'odeurs étrangères,
- Température et hygrométrie constantes,
- Lumière uniforme.

L'heure à laquelle se déroulent les essais se situe entre 9-11 heures du matin pour le classement de laits reconstitués partiellement écrémés avant ébullition et entre 12-13 heures de l'après-midi pour le classement des cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés après ébullition.

Pour les deux tests de classement nous avons suivi les étapes suivantes :

- Nettoyage de dix postes de dégustation,
- Etiqueter les gobelets de façon anonyme et neutre, avec des lettres : **A, B et C**,
- afin d'éviter toute connotation de classement selon les préférences,
- Chaque poste de dégustation est muni de :
 - ✓ Une bouteille d'eau et un verre pour le rinçage de la bouche pendant la dégustation,
 - ✓ Trois gobelets codés avec les lettres A, B et C
 - ✓ Des mouchoirs en papier pour les éventuels débordements,
 - ✓ Un bulletin de réponse et un crayon.
- Verser les échantillons dans le même ordre de codage dans tous les verres **A** le lait **Ramila**, dans tous les verres **B** le lait **Familait**, dans tous les verres **C** le lait **Athmani**, et ceci afin que toutes les séries d'échantillons soient harmonisées.
- On a utilisé des gobelets en plastique transparents (lait froid), et des gobelets en verre transparents (lait bouilli) dont le but d'éviter toutes modifications des

caractéristiques organoleptiques qui peuvent être portés par les gobelets en plastique sous l'influence de la température.

- Nous avons expliqué aux dégustateurs l'objectif des tests de classement, nous avons leur proposé de déguster les trois laits de les classer par ordre croissant de qualité souhaitée pour cinq caractéristiques:

Couleur, odeur, saveur, viscosité et appréciation générale.

Les différentes étapes de dégustation que nous avons proposée sont citées dans les bulletins. Comme nous avons expliqué aux dégustateurs tous les points qui trouvent résonance dans ces bulletins de réponses.

A la fin de cette évaluation nous avons posé aux sujets quelque question :

- Comment vous trouvez ?
- A votre avis quel est ?
- Existe-t-il une différence entre le lait avant ébullition et le lait après ébullition ?
- Préférez –vous le lait froid ou le lait bouilli ?
- Quelle est la marque du lait que vous considérez de mauvaise qualité organoleptique ?

*Résultats et
Discussion*

I. Analyse physico-chimique

I. 1. Mesure du pH

Les résultats du pH sont représentés dans le tableau.

Tableau IV : Résultats de la Mesure du pH.

Type de l'échantillon	Athmani	Ramila	Familait
pH	6.03±0.04	6.10 ± 0.04	6.67 ± 0.01

Le pH des trois marques du lait varie de pH 6.03 à 6.67 dont la valeur maximale est observée pour le lait Familait, alors que la valeur minimale est enregistrée pour le lait Athmani.

L'analyse de variance a montré que les résultats du pH varient d'une manière très hautement significative selon la marque du lait (**P < 0,001**).

Le classement des trois marques du lait selon le pH par le test HSD, a montré que le pH du lait Familait est très hautement significativement plus grand que celui des autres marques (**p < 0.0001**), en outre aucune différence significative n'est observée entre le lait Ramila et le lait Athmani (**Tableau V**).

Tableau V : Comparaison de la moyenne multiple par paires des laits selon le pH.

Modalités	Moyenne	Regroupements		p-valeur
Familait	6.677	A		< 0.0001
Ramila	6.100		B	
Athmani	6.037		B	

Nos résultats rentrent dans l'intervalle mentionné par **Lemens (1983)**, entre 6.3 et 6.7, et celui mentionné dans la bibliographie qui est de 6,45 à 6,66 (**Loquet, 1985 et FAO, 1998**).

Le pH a une grande influence sur la qualité du produit surtout sur le plan microbiologique, physico chimique et aspect général.

Par ailleurs, le pH intervient dans le mécanisme d'oxydation des lipides, principalement en modifiant la solubilité et l'activité des catalyseurs et des inhibitions de l'oxydation.

En ce qui concerne les catalyseurs d'oxydation, les agents métalliques sont peu solubles à pH basique ou ils précipitent sous forme d'hydroxydes. Au contraire, la diminution du pH augmente leur solubilité et induit également leur décomplexations.

Dans le cas de lait l'oxydation des lipides est maximale à 3.8. L'activation des oxygénases dépend du pH. Certaines sont plus actives à pH acide, d'autres à pH basique mais la majorité a une activité maximale autour de la neutralité (pH de 6.0 à 8.0) (Jeantet et al, 2005).

En fin, l'ajustement du pH des produits laitiers est constitué un des fondements de beaucoup de procédés de préservation utilisés en technologie laitière (Ramet, 1985).

I. 1. Détermination de l'acidité dornique

Les résultats de mesure de l'acidité dornique sont résumés dans le **Tableau VI**.

Tableau VI : Résultats de Mesure de l'acidité.

	Athmani	Ramila	Familait
Acidité °D	18.0±0.923	19.33±1.305	19.66±1.305

En analysant les résultats du tableau, il ressort que les valeurs de l'acidité varient de 18 à 19.66 °D pour les trois échantillons. La valeur maximale est enregistrée pour le lait Familait, et la valeur minimale est enregistrée pour le lait Athmani.

Les comparaisons multiples (HSD) par paires des acidités titrables moyennes des marques du lait aboutissent aux conclusions suivantes : Il n'y a pas de différence d'acidité entre les laits Athmani, Ramila et Familait (**Tableau VII**).

Tableau VII : Classement des trois marques de lait étudiées par le test HSD selon l'acidité.

Modalités	Moyenne	Regroupements	p-valeur
Familait	19.667	A	0.451
Ramila	19.333	A	
Athmani	18.000	A	

Selon **Aboutayeb (2005)**, Un lait frais peut avoir comme acidité entre 15 et 18°D, des valeurs plus faibles sont proposées par **FAO (2010)**, entre 15-17 °D.

Les valeurs moyennes d'acidité titrable des laits Ramila et Familait sont supérieures à celles citées par **Aboutayeb (2005)** et **FAO (2010)**, en outre pour les

échantillons de lait Athmani, on a enregistré des valeurs de l'acidité titrable moyenne très proche de celles citées précédemment.

L'acidité est un facteur important qui nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait, elle est liée aux conditions de la traite.

L'acidité du lait est liée principalement aux constituants de la matière sèche du lait (les protéines, surtout les caséines), de substances minérales telles que les phosphates, les acides organiques, le plus souvent (l'acide citrique) et secondairement à l'activité des micro-organismes producteurs d'acide lactique (**Vignole, 2002**).

On rappelle que l'acidité titrable = acidité naturelle + acidité développée. Les constituants du lait qui contribuent à l'acidité naturel sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05- 0,08%), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%). À cette acidité naturelle s'ajoute l'acidité développée qui est la résultante d'un développement des bactéries lactiques qui forment de l'acide lactique par fermentation du lactose.

La poudre du lait écrémé et du lait entier ont une acidité titrable égale à 0.15% (**Kim et al., 1982**).

La diminution de l'acidité des trois laits peut être expliquée probablement par une diminution des constituants acides qui est due principalement à une diminution de la quantité de poudre écrémé et /ou de poudre entier et/ou du volume du lait de vache utilisés lors de la préparation de ces laits.

I. 3. Mesure de la densité

Les résultats de la mesure la densité des trois qualités de lait sont illustrés dans le **Tableau VIII**.

Tableau VIII : Résultats de mesure de la densité.

	Athmani	Ramila	Familait
Densité	1025.33±0.384	1024.90±0.543	1032.66±0.543

Les résultats du tableau montrent que la densité des trois marque du lait analysés varie de 1024.90 à 1032.66 g/l. la valeur maximale est enregistrée pour le lait de marque Ramila.

L'analyse statistique des résultats par le test ANOVA suivie par le test de comparaison multiple HSD, a montré que le lait Familait est significativement différent de ceux des marque Athmani et Ramila, qui sont jugés par le test identiques (**Tableau IX**).

Tableau IX : Test de comparaison multiple HSD pour le critère densité.

Modalités	Moyenne	Regroupements		p-valeur
Familait	1032.66	A		< 0.0001
Athmani	1025.33		B	
Ramila	1024.90		B	

Les valeurs mesurées de la densité du lait Athmani et Ramila sont inférieure à celle rapportée par la **FAO (2010)** 1028-1033, et **ABOUTAYEB (2005)** 1028-1035. Par contre les résultats du lait Familait sont en accord avec ces dernières.

La recherche de différence au niveau de signification 5% entre les densités des laits pris deux à deux nous amène à Les laits Athmani et Ramila ont des densités similaires mais ces derniers sont distinctement différents de celle du lait Familait.

I. 4. Mesure de la viscosité

Les résultats de viscosité sont représentés dans le **Tableau X**.

Tableau X : Résultats de mesure de la viscosité.

	Athmani	Ramila	Familait
Viscosité cP	1.733±0.047	1.767 ±0.067	1.867 ±0.067

En se rapportant aux résultats du tableau ; il apparait que les valeurs de viscosité varient entre 1.73 et 1.86 pour les trois qualités du lait. La valeur maximale est trouvée pour le lait Familait.

L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les trois marques du lait (**Tableau XI**).

Tableau XI : Classement des trois marques du lait étudié par le test HSD pour le critère de viscosité

Modalités	Moyenne	Regroupements	p-valeur
Ramila	1.767	A	0.373
Athmani	1.733	A	
Familait	1.867	A	

Cette variation de la viscosité peut s'expliquer par les réarrangements protéiques qui ont lieu ou interaction protéines-protéine sont favorisées les liaisons de faible énergies (hydrogènes, hydrophobe, Van Der Walls...) ce qui conduit à une augmentation de la viscosité au cours de temps. De ce fait, ce réseau de gel est d'autant plus important que la proportion de protéines dans le lait est importante (**Abu Jdayill, 2002**).

I. 5. Détermination de la matière sèche

Les résultats de détermination de la teneur en matière sèche (g/l) des trois marques du lait sont résumés dans le **Tableau XII**.

Tableau XII : Résultats de Mesure de la matière sèche.

Type de lait	Athmani	Ramila	Familait
Matière sèche (g/l)	91,96 ± 4,34	92,31 ± 4,42	141,92 ± 9,26

D'après les résultats obtenus on remarque que la teneur en matière sèche varie entre 91,96 et 141,92. La valeur maximale est enregistrée pour le lait de marque Familait.

L'analyse par le test ANOVA a montré que les résultats retrouvés lors de détermination de la teneur en matière sèche varie d'une manière très hautement significative ($P < 0,001$) entre les trois marque du lait. Le regroupement des trois marques du lait par le test HSD a montré une différence significative entre le lait Familait et les deux autres marques Ramila et Athmani, dont ils sont considérés identiques par ce test (**Tableau XIII**).

Tableau XIII : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière sèche.

Modalités	Moyenne	Regroupements		p-valeur
Familait	141,92	A		0.0001
Ramila	93,66		B	
Athmani	91,96		B	

Le journal officiel de la république Algérienne (1993), rapporte que la teneur en matière sèche totale du lait reconstitué partiellement écrémé doit être comprise dans l'intervalle 107- 112 g/l.

En comparant cette norme avec les résultats indiqués dans le tableau, nous observons que toutes les valeurs moyennes de la teneur en matière sèche totale des trois laits sont non conformes aux normes.

Il apparaît que la teneur en matière sèche totale du lait Athmani et Ramila est la plus faible, par contre le lait Familait est caractérisé par une teneur en matière sèche totale supérieure à celle indiquée dans la norme.

La diminution de la teneur en matière sèche totale dans les deux marques Athmani et Ramila est due notamment à une réduction de la poudre de lait (entier ou écrémé) lors de la reconstitution du lait.

La richesse en matière séché dans le lait Familait est due probablement à teneur élevée des matières première (lait en poudre, lait de vache).

I. 6. Détermination du taux de matière minérale

Le **Tableau XIV** résume les résultats de détermination de la teneur en matière minérale g/l des trois marques du lait.

Tableau XIV : Résultats de mesure de la matière minérale.

	Athmani	Ramila	Familait
MM (g/l)	18,22±1,22	12,1±1.73	18,82±1.73

D'après ces résultats, on remarque que les valeurs de la matière minérale varient entre 12,1 et 18,82 .Ces résultats montrent une différence au point de vue richesse en matière minérale des trois marque du lait étudiés.

Le lait de marque Athmani et Familait représente proches de 18,82 g/l, tandis que le lait Ramila à une valeur plus basse 12,1 g/l.

L'analyse statistique des valeurs de matière minérale a montré une différence significative entre en le lait Ramila et les deux autres marques (Familait et Athmani). Aucune différence significative n'a été signalée entre ces dernies. Les résultats du classement par le test HSD sont résumés dans le **Tableau XV**.

Tableau XV : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière minérale.

Modalités	Moyenne	Regroupements		p-valeur
Familait	18.827	A		0,008
Athmani	17.150	A		
Ramila	12.100		B	

La valeur de matière minérale du lait sont nettement inférieures à celles rapportée par **Lee et al., (1987)**, qui est de 11.7 g/l.

La composition en matière minérale du lait dépend de la matière qui à utiliser comme matière première (**FAO/OMS, 1976**).

En effet, le sodium joue un rôle prédominant dans la fabrication des laits en favorisant la solubilité des caséinates lors lots de la fonte sous forme de caséinates de sodium (**Eck, 1987**).

I. 7. Détermination du taux de matière organique

Les résultats de la détermination de teneur en matière organique g/l des trois marques du lait étudié sont représentés dans le **Tableau XVI**.

Tableau XVI : Résultats de mesure de la matière organique.

	Athmani	Ramila	Familait
MO (g/l)	74.81±2.986	80.21±4.223	122.97±4.223

La matière organique est en relation avec la matière séchée et la matière minérale. Il ressort du tableau que les valeurs obtenues varient entre 74.81 à 122.97. La valeur maximale a été enregistrée pour le lait Familait.

L'analyse statistique par ANOVA a montré une différence significative entre le lait Familait et les autres marques Ramila et Athmani. Aucune différence significative n'est observée entre ces deux derniers. Les résultats du classement par le test HSD sont résumés dans le **Tableau XVII**.

Tableau XVII : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière organique.

Modalités	Moyenne	Regroupements		p-valeur
Familait	122.977	A		0,004
Ramila	80.217		B	
Athmani	74.817		B	

Les résultats montrent une différence entre les trois labels des laits, cette variation est due probablement à des différences de composition dans la matière première ou aux différences dans les processus de fabrication.

I. 8. Détermination de la teneur en matière grasse

Les résultats du dosage de la matière grasse des échantillons de trois laits étudiés sont résumés dans le **Tableau XVIII**.

Tableau XVIII : Résultats de la teneur en matière grasse.

	Athmani	Ramila	Familait
MG%(g/l)	10±0.002	10±0.001	25±0.002

Selon le tableau, Les deux marques du lait Ramila et Athmani ont la même teneur moyenne en matière grasse, en outre le lait Familait ayant une teneur plus élevée en matière grasse.

L'analyse statistique des résultats a montré que le lait Familait est significativement différent de deux autres marques Ramila et Athmani, dans la teneur en matière grasse. Les résultats du classement par le test HSD sont montrés dans le **Tableau XIX**.

Tableau XIX : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière grasse.

Modalités	Moyenne%	Regroupements		p-valeur
Familait	25	A		0.0003
Ramila	10		B	
Athmani	10		B	

Le journal officiel de la république Algérienne(1993), rapporte que la teneur en matière grasse du lait reconstitué partiellement écrémé doit être comprise dans l'intervalle 15-20%.

Pour les laits, Athmani et Ramila nous enregistrons des teneurs en matière grasse inférieures aux normes recommandées par la réglementation algérienne, par contre la teneur en matière grasse du lait Familait est en accord avec les mêmes normes.

La reconstitution consiste à mélanger de l'eau et du lait en poudre écrémé et entier de façon à obtenir un lait partiellement écrémé présentant le rapport matière grasse /matière sèche dégraissée conformes au produit désiré.

La faible teneur en matière grasse des laits Athmani et Ramila et résulte donc principalement du non-respect du rapport matière grasse/ matière sèche dégraissé.

Nous rappelons que la majorité des laiteries utilisent pour la préparation du lait reconstitué partiellement écrémé la poudre écrémée (0% de MG), la poudre de lait entier (26% de MG), le lait de vache écrémé ou entier et l'eau.

I. 9. Détermination de l'extrait sec dégraissé

Les résultats de l'extrait sec dégraissé sont présentés dans le **Tableau XX**.

Tableau XX : Résultats de la détermination de l'extrait sec dégraissé.

	Athmani	Ramila	Familait
ESD (g/l)	91.05±3.859	91.40±5.458	140.09±5.458

D'après les résultats, une légère variabilité a été observée entre les trois marques du lait, ainsi on constate que le taux de l'ESD du lait Familait est le plus élevé (140.09), les laits Athmani et Ramila ont des teneurs en matière sec dégraissée similaires où on note des teneurs de 91,05g/l pour le lait Ramila et 91,40.

L'analyse statistique par le test ANOVA a montré une différence significative entre le lait Familait et les deux autres marques Ramila et Athmani. Le classement des trois marques du lait par le test HSD est résumé dans le **Tableau XXI**.

Tableau XXI : Classement de trois marques du lait selon la teneur en matière dégraissée.

Modalités	Moyenne	Regroupements		p-valeur
Familait	140.090	A		0,004
Ramila	91.403		B	
Athmani	91.050		B	

Ces résultats (sauf ceux du lait Familait), sont nettement inférieurs aux normes cités dans le **journal officiel de la république Algérienne 1993**, qui exige que la teneur en matière sèche dégraissée du lait partiellement écrémé doit être égale à 92 g/l.

Globalement, l'ESD est un paramètre technologique plus qu'analytique (**Vignola, 2002**).

I. 11. Mesure de la teneur en lactose

Les résultats du dosage du lactose dans des trois marques du lait étudiés sont représentés dans le **Tableau XXII**.

Tableau XXII : Résultats de la détermination de la teneur de lactose.

	Athmani	Ramila	Familait
Lactose (g/l)	48.71±0.727	45.49±1.028	28.94±1.028

Nous remarquons que dosage de lactose de les trois marques du lait mesurée lors du présent travail varie entre 28,94 et 48,71.

L'analyse statistique a montré une différence significative entre les trois labels de lait en ce concerne la teneur en lactose. Le classement des trois marques est résumé dans le **Tableau XXIII**.

Tableau XXIII : Teneur moyenne en protéine pour les trois marques du lait étudiées.

Modalités	Moyenne	Regroupements			p-valeur
Athmani	48.713	A			< 0.0001
Ramila	45.490		B		
Familait	28.943			C	

Cassinello et perira (2001), ont rapporté une la teneur plus importante à raison de 48,6g/l.

On comparant cette valeur avec nos résultats, on observe que seul le lait Athmani ayant une teneur similaire, une valeur inférieure a été enregistrée pour le lait Ramila, et le lait Familait ayant une teneur en lactose plus basse (tableau).

La teneur de lactose est un facteur important qui nous renseigne sur l'état de fraîcheur du lait, elle est liée aux conditions de la traite et la collecte, et aussi qui liée principalement aux constituants comme, les acides organiques, le plus souvent (l'acide citrique) et secondairement à l'activité des micro-organismes.

La diminution de lactose du lait Familait peut être expliquée probablement par une augmentation des constituants acides qui est due principalement à une diminution de la quantité de poudre écrémé et /ou de poudre entier et/ou du volume du lait de vache utilisés lors de la préparation de ce lait ou bien s'ajoute le dosage de lactose diminue qui est la résultante d'un développement des bactéries lactiques qui forment de l'acide lactique par fermentation du lactose.

I. 11. Détermination de la teneur en protéines

Les résultats du dosage des protéines par la méthode de Lowry sont résumés dans le **Tableau XXIV**.

Tableau XXIV : Teneur moyenne en protéine pour les trois marques du lait étudiées.

	Athmani	Ramila	Familait
Teneur en protéines (g/l)	11,1±0,19	17,67±3,80	31,05±2,00

Il ressort du tableau que les valeurs du dosage des protéines varient de 11,1 à 31,05 g/l, et que la valeur maximale est enregistrée pour le lait Familait.

L'analyse statistique de ces résultats par ANOVA, a montré que le teneur en protéines varient d'une manière très hautement significative ($p < 0,001$). En outre le classement des trois laits par le test HSD a montré une différence significative entre les trois laits **Tableau XXV**.

Tableau XXV : Classement des trois marques du lait étudiées par le test HSD selon la teneur moyenne en protéines (g/l).

Modalités	Moyenne	Regroupements			p-valeur
Athmani	31,057	A			0,004
Ramila	17,670		B		
Familait	11,100			C	

II. Résultats de l'analyse sensorielle

II. 1. Résultats de l'analyse sensorielle du lait froid

Les résultats de l'ACP montrent que c'est l'aspect gustatif (gout sucré) et olfactif (odeur de rance), et l'aspect visqueux qui différencient les laits d'un point de vue sensoriel.

La figure, montre que 100% des variabilités sont exprimées par deux axes (F1, F2). F1, largement prépondérant avec 53,87% de la variabilité, et F2 avec 46,13% de variabilité (**Figure 18**).

La première composante principale F1, construit par le gout de rance ($R=0,95$), l'odeur non spécifique ($R= 0,97$), la couleur jaune ($R= -0,95$), l'aspect visqueux ($R= -0,97$), et représenté par le lait Ramila (92,2%). Le deuxième facteur F2 est fortement

corrélé avec l'odeur végétale ($R=0,99$), le goût sucré ($R=0,95$), l'odeur lactique ($R= -0,95$), la couleur blanc crémé ($R= -0,85$), et l'aspect mouillé ($R= -0,97$), et le goût salé ($R= -0,95$), fortement représenté par le lait Athmani (94,6%).

Selon la **Figure 18**, il apparaît que les trois marques du lait étudié sont largement différentes de point de vue sensoriel. L'odeur du rance, la couleur blanc mat et l'aspect moins visqueux, sont les caractères sensoriels les plus appréciés pour le lait Ramila, tandis que le lait Athmani est caractérisé par une couleur jaune pâle, un goût cuit et une odeur végétale, et lait Familait et encore différent d'autres marques, par un goût acide avec un arrière-goût amer, une odeur animale et un aspect visqueux.

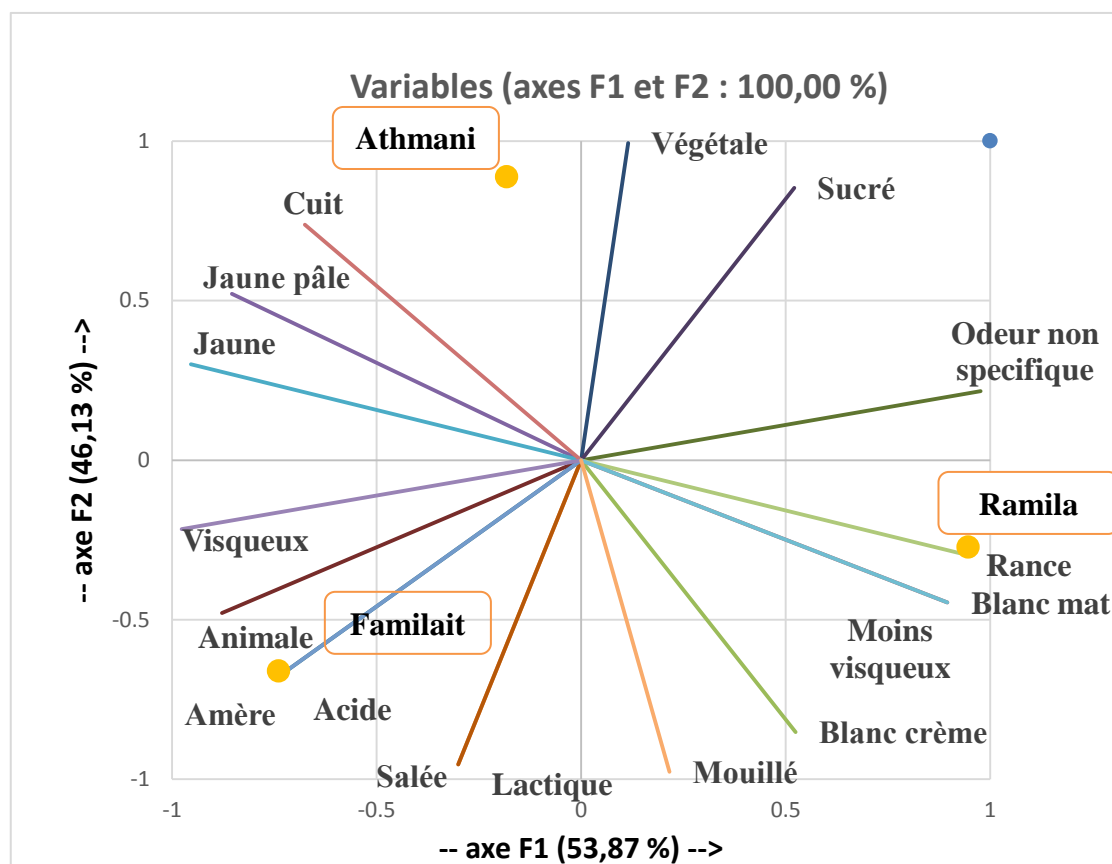


Figure 18 : Corrélations des variables sensorielles des trois marques du lait étudiés.

II. 2. Corrélation des critères sensoriels du lait froid avec les caractères physicochimiques

La **Figure 19**, montre que 100% des variabilités sont exprimées par deux axes (F1, F2). La composante principale F1, largement prépondérante avec 63,77% de la variabilité, et F2 avec 32,26 % de variabilité. Cette ACP, permet d'attribuer aux laits, leurs qualités sensorielles en tenant compte de leurs caractéristiques physicochimiques (variables) qui les spécifient.

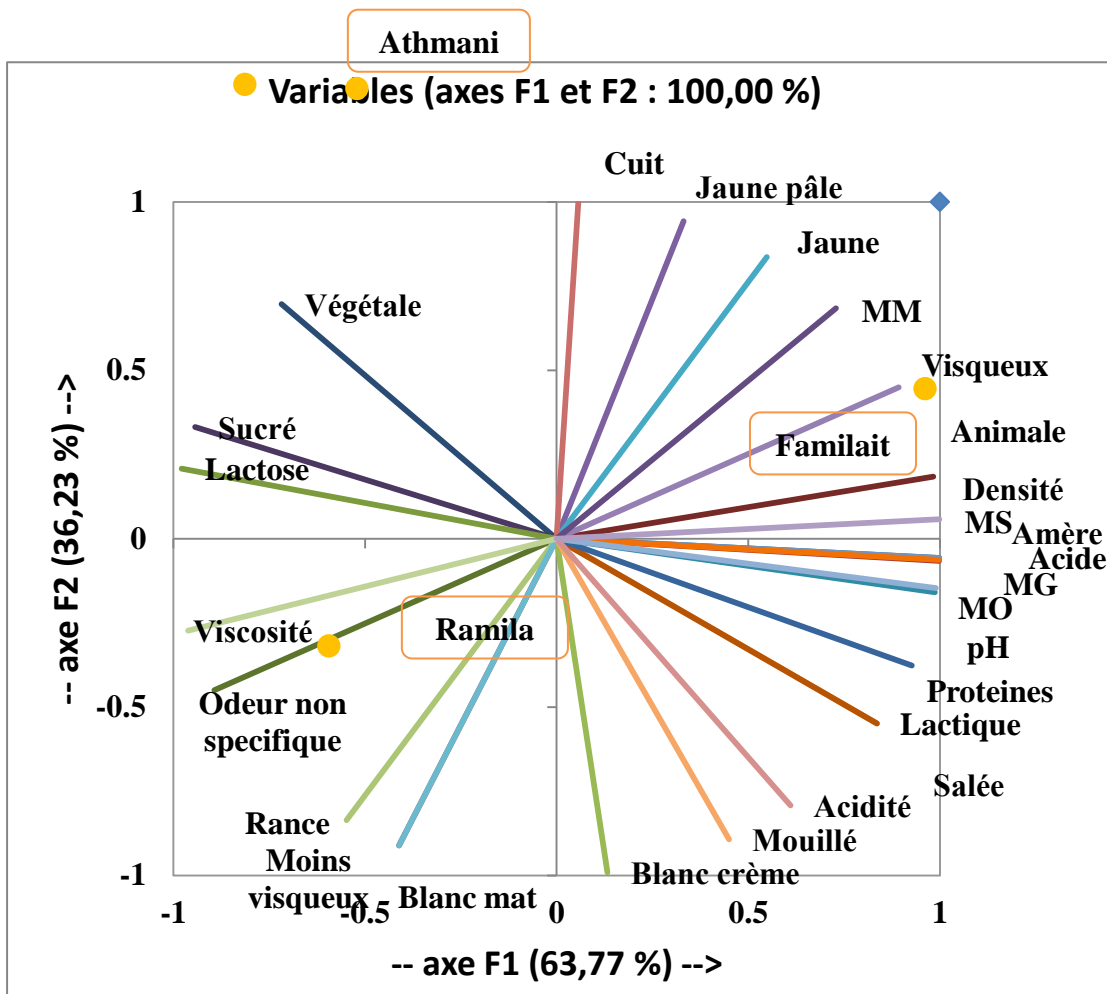


Figure 19 : Corrélation des critères sensoriels du lait froid avec les caractères physicochimiques.

Selon la **Figure 19**, le goût sucré est fortement lié à la teneur en lactose ($R=0,99$), par contre le goût amère est négativement corrélé avec cette dernière ($R= -0,98$).

Le goût acide et le pH (positivement corrélés $R=0,99$) sont en corrélation négative avec le taux du lactose avec $R= -0,98$ et $-0,99$ respectivement, en effet la fermentation

du lactose par la flore lactique donne naissance à l'acide lactique ce qui abaisse le pH et renforce le gout acide par la suite.

D'une autre part l'odeur animale est positivement corrélée à la teneur protéique ($R=0,84$), cette dernière est négativement corrélée avec l'odeur végétale ($R=0,92$). L'aspect visqueux est fortement corrélé avec la densité ($R=0,91$), et par conséquent positivement liée à la teneur en matière sèche ($R=0,86$), en matière grasse ($R=0,86$), et taux des protéines ($R=0,65$) (**Annexe**).

II. 3. Résultats de l'analyse sensorielle du lait bouilli

L'analyse des résultats de l'analyse sensorielle du lait bouilli a montré un changement remarquable de point de vue sensoriel des trois laits étudiés.

L'analyse par ACP (**Figure 20**), a donné deux composantes principales avec 100% de variabilité, dont 61,52% est exprimée par la composante F1, et 38,48% des valeurs sont exprimé par la deuxième composante F2.

Le premier axe (F1) est composé principalement de : goûts acide ($R=0,99$), amère ($R=0,98$), salé ($R= -0,92$), sucré ($R= -0,93$), odeur de rance ($R= -0,98$), aspects mouillé ($R=0,98$) et visqueux ($R= -0,88$), et la couleur blanc crème ($R= -0,98$). F1 est fortement représenté par le lait Ramila (98%).

Le deuxième axe (F2) est représenté par les odeurs animale ($R=0,99$), non spécifique ($R= -0,93$), l'aspect moins visqueux ($R= -0,81$), et la couleur blanc mat ($R=0,78$), elle est principalement représentée par le lait Familait.

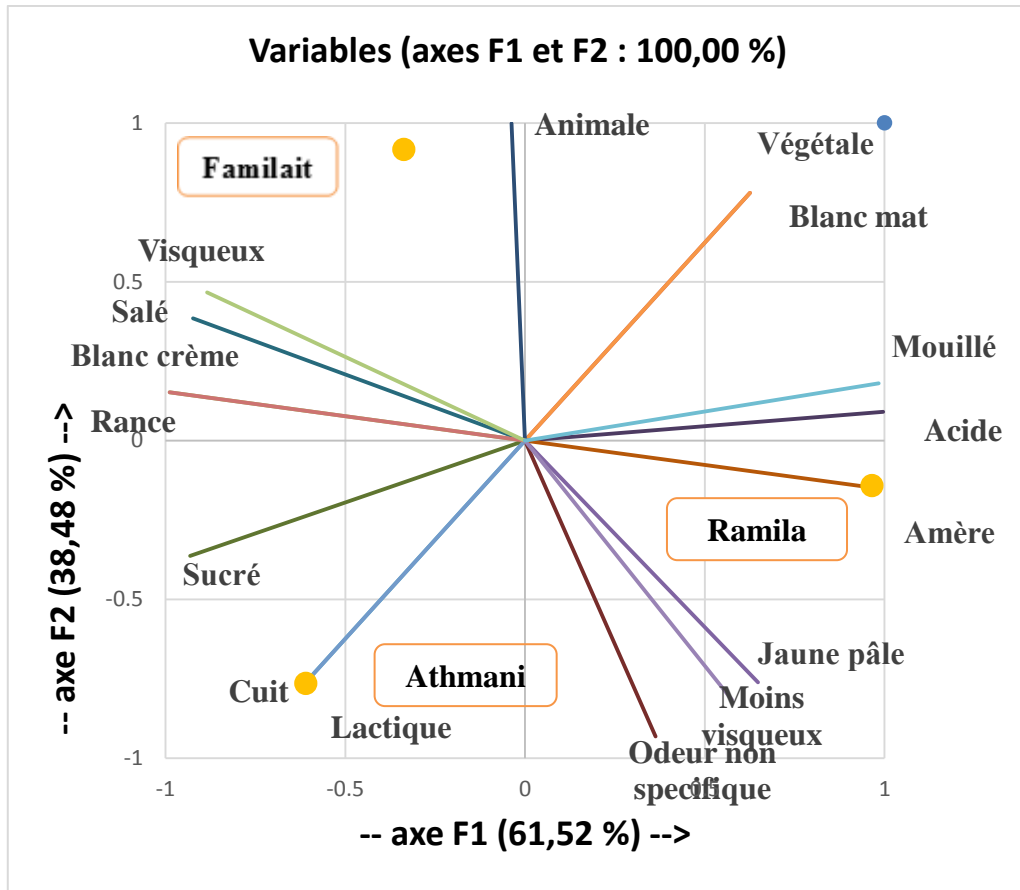


Figure 20 : Résultats de l'analyse sensorielle du lait bouilli.

En comparant les ACP des analyses sensorielles des trois laits froids et après ébullition, on remarque que le lait Athmani, d'une part, a perdu l'odeur végétale qui est remplacé par l'odeur lactique, d'autre par la saveur cuite et sucrée sont plus appréciables pour le lait bouilli.

Pour le lait Ramila qui a, à l'état froid, une odeur de rance, un aspect moins visqueux, et une couleur blanc mat ; il devient après ébullition d'une couleur jaune pâle, avec un aspect mouillé, et un gout acide avec un arrière-gout amère.

Le lait Familaït a subit un changement appréciable de point de vue sensorielle, après avoir bouilli, à savoir la disparition du gout acide, de l'arrière-gout amère, et l'apparition de l'odeur animale.

I. 13. 2. Corrélation des critères sensoriels du lait bouilli avec les caractères physicochimiques

L'analyse par ACP nous a permis de montrer la corrélation entre les caractères physicochimiques et les qualités sensorielles des trois laits étudiés (**Figure 21**).

Selon la **Figure 21**, le plan F1-F2 représente 100% de la variabilité des résultats, dont 59,59% sont représentés par F1, et 40,41% sont représenté par F2.

Le gout salé est positivement corrélé avec le taux de cendre avec ($R=1,00$) (Athmani et Familait), tandis que le gout sucré est négativement corrélé avec l'acidité titrable ($R= - 0,75$) (Athmani). Une corrélation positive est observée entre l'odeur lactique et la teneur en lactose avec $R= 0,62$ (Athmani).

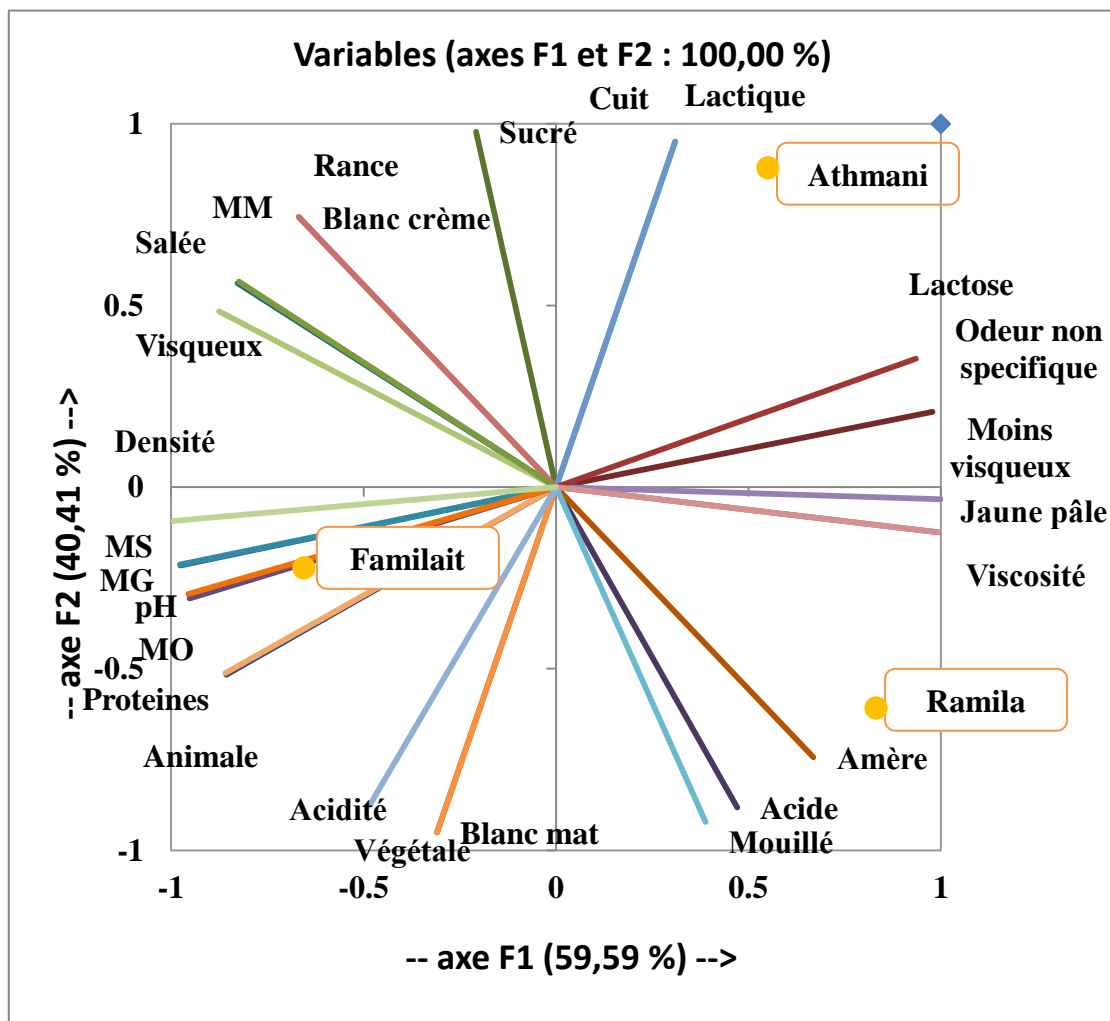


Figure 21 : Corrélation des critères sensoriels du lait bouilli avec les caractères physicochimiques.

L'aspect visqueux pour le lait Familait est fortement corrélé avec sa teneur élevée en matière sèche ($R=0,75$), la même observation a été établie pour l'odeur animale et le taux des protéines ($R=1,00$).

Pour le lait Ramila, l'apparition du gout acide avec un arrière-gout amère est fortement liée au taux faible en matière minérale ($R= -0,97$), ce qui peut être expliquée par le fait que le sel est connu pour masquer les goûts indésirables.

Conclusion

Dans cette étude nous avons choisi le marché de Khenchela où nous avons évalué la qualité physico-chimique et organoleptique de trois marques de lait reconstitué (Athmani, Ramila et Familait).

D'une manière générale, cette étude a contribué à enrichir les connaissances sur les caractéristiques physicochimiques et sensorielles du lait pasteurisé.

Le contrôle physicochimique a montré que les trois laits ont une qualité nutritionnelle appréciable (la majorité des résultats sont conformes aux normes).

Les analyses statistiques de ces résultats ont montré une différence significative entre le lait Familait et les deux autres marques (Athmani et Ramila).

De point de vue sensoriel, les trois qualités du lait sont largement différentes dans tous les critères étudiés (odeur, saveur, couleur, et aspect).

L'analyse des résultats sensoriels par l'ACP nous a permis de démontrer la relation entre certains constituants du lait et la qualité organoleptique.

De point de vue perspective, il serait intéressant de compléter notre étude par :

- Une étude de la composition de la matière grasse en acide gras par GC-MS.
- Une étude des protéines par SDS-PAGE.
- Dosage de certains minéraux par la spectroscopie d'absorption atomique (Ca, Mg, P etc.)
- Dosage des vitamines liposoluble (Vit D en particulier).
- La recherche des substances toxiques comme les métaux lourds (Pb, Cd etc.).

Annexes

Annexe I

Détermination de la teneur en protéines par la méthode de LOWRY et al (1951).

1- Solutions :

Solution alcaline A :

Soude 0,1 N500 ml
Carbonate de sodium anhydre (Na₂CO₃).....10 g

Solution cuivrique B:

Sulfate de cuivre hydraté CuSO₄, 5H₂O (0,32g / 100 ml)..... 2 ml
Tartrate double de Sodium et de Potassium (1g / 100 ml).....2 ml

Solution c:

Solution A50ml
Solution B1ml

Solution mère de BSA:

BSA.....10ml
Eau distillée..... 100ml

Gamme étalon : Partir de la solution mère de BSA, des dilutions sont préparées suivant le tableau ci- dissous :

Concentration de BSA µg/ml	0	10	25	50	75	100
Solution mère de BSA (µl)	0	100	250	500	750	1000
Eau distillées (µl)	1000	900	750	500	250	0

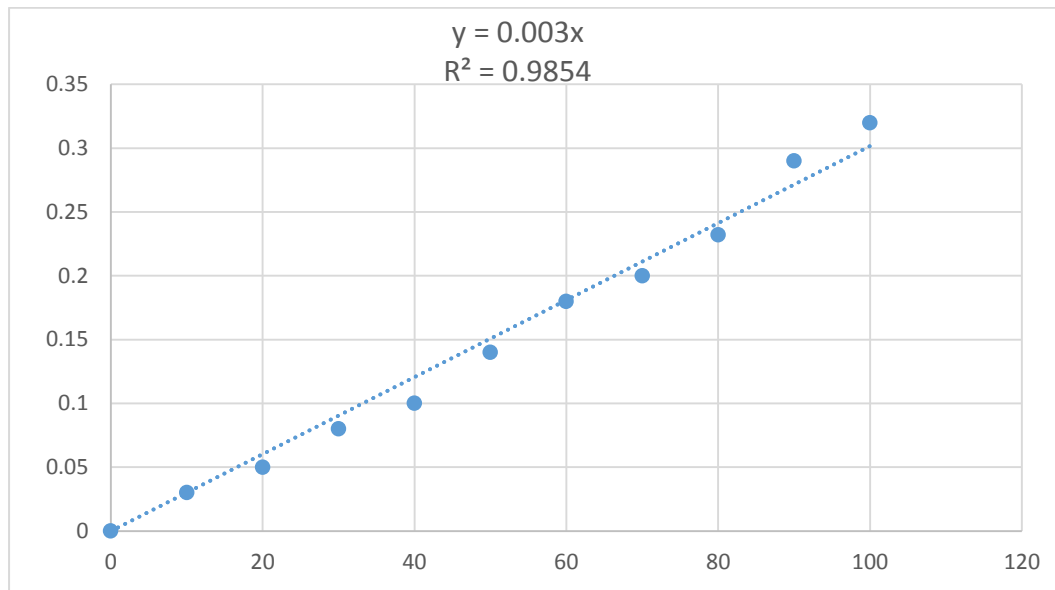
- Méthode

Prendre 1 ml d'échantillon contenant 100 µg de protéines au maximum et 25 µg Au minimum ;
Ajouter 5 ml de solution C et mélanger ;
Laisser 10 mn à température ambiante ;
Ajouter 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu ;
Laisser 30 mn à l'obscurité ;
Lire la DO à 750 nm ;

Expression des résultats

Un courbe étalon est tracée en portant sur l'axe des abscisses, les concentrations en BSA des dilutions (gamme étalon) préalablement préparées et sur l'axe des ordonnées, les DO mesurées respectivement pour chaque dilution.

La concentration en protéines inconnue X, est déterminée à partir de cette courbe par projection sur l'axe des abscisses.



Le courbe étalonnage de BSA

Annexe II : Détermination de la teneur en lactose

1-Solutions:

Solution aqueuse d'hexacyanoferrate II de potassium hydraté :

(K ₄ Fe(CN) ₆ ·3H ₂ O).....	150g
Eau distillé (qsp).....	1000 ml

Solution aqueuse d'acétate de zinc hydraté :

(Zn(CH ₃ COO) ₂ ·2H ₂ O).....	300g
Eau distillée (qsp).....	1000ml

Solution cuivrique :

Sulfate de cuivre II hydraté (CuSO ₄ ·5H ₂ O) à 4% 5 P/V.....	40g
Acide sulfurique (d (20) = 1,83).....	2ml
Eau distillée (qsp).....	1000ml

Solution tar

troc-alcaline :

Tartre double de sodium et de potassium (Na K (H ₄ C ₄ O ₆) 4H ₂ O).....	200g
Hydroxyde de sodium (NaOH).....	150g
Eau distillée (qsp).....	1000ml

Solution étalon lactose :

Lactose.....	5g/l
Eau distillée (qsp).....	1000ml

2.mode opératoire :

Défécation :

Dans une fiole jaugée de 50 ml, introduire successivement :

5ml de lait .

0,4ml de solution d'hexacyanoferrate II de potassium, agité.

0,4ml de solution d'acétate de zinc, agité ;

Compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée tout en mélangeant.

Ajouter 0,4ml d'eau distillée pour tenir compte du volume du précipité, agiter.

Laisser reposer 15min puis filtrer.

Introduire ce filtre (solution S) dans une burette

Lire le volume sur la burette (chute de burette), soit V₂ en ml.

Étalonnage de liqueur de Fehling :

L'étalonnage est fait à l'aide d'une solution étalon de lactose de concentration C₁ = 5g/l. Elle correspond à une chute de burette V₁ (ml).

Expression des résultats

La concentration en lactose inconnue C₂, est donnée par la relation suivante :

$$C2 = (C1 \times V2 / V1) \times d$$

Listes des références bibliographiques

Listes des références bibliographiques

1. **Adrian J., Leben B., (1987).** Le lait matière première de l'industrie laitière (CEPIL). INRA. Paris, 591.
2. **AFNOR, (1980)** Lait et produits laitiers : méthode d'analyse, Paris, p283.
3. **AFNOR,(1986)** Contrôle de la qualité des produits laitiers, analyses physiques et chimiques, Paris, p205.
4. **ALAIS C., LINDEN G., (1997).** Abrégé de biochimie alimentaire 4^{ème} Edition MASSON. Paris, 248.
5. **Alais, 1994** Science du lait, édition SEPAIC, France.« Microbiologie alimentaire. » p : 283-295.Ed : DUNOD, Paris
6. **ALIAS C (1975)** Science du lait : principe des techniques laitières, 3^{ème} édition, édition SEPAIC, France, p21-23.
7. **AUCLAIR J , 1987:** Conservation du lait à la ferme, collecte et transport aux laiteries
8. **BADIS ABDELMALEK, (2003-2004** Identification et caractérisation technologique de bactéries lactique isolées à partir de lait cru de chèvre de quatre populations caprines locales.
Thèse doctorat-microbiologie alimentaire. Université d'Oran (ES-SENIA)
9. **Brûlé G, Maubois J. L., Fau quant, J .(1974).** Étude de la teneur en éléments minéraux des produits
10. **BRULE G., 2004** Progrès technologiques au sein des industries alimentaires impact sur la qualité des produits–La filière laitière, Rapport commun de l'Académie des technologies et de l'Académie d'Agriculture de France : 8 (24pages).
11. **CLAUDE MICHEL J., POULIOT M., RICHARD J. et VALLERAND C., (2002)** Lait de consommation In VIGNOLA C. L., Science et technologie du lait-transformation du lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN:298 (600 pages).
12. **CNERNA., (1981)** Centre National de Coordinations des Etudes et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation, Lait de consommation-Conférence de presse du 5 novembre 1981, Paris
13. **Coulon j.B., (1994) cité par POUGHEON(2001** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation. INRA Prod . Anim., 4(4) : 303-309 In POUGHEON S.,Contribution a l'étude des variations de la

Listes des références bibliographiques

composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, thèse pour obtenir le le grade de docteur vétérinaire ,Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 59 (102 pages).

14. **DAUVILLIERS 20-DAUVILLIERS Y., (2008)** Neurobiologie et physiologie sensorielle-Généralité sur les organes des sens, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes , <http://www.med.univ-montpe.fr>.
15. **DEBRY G., (2001)** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).
16. **DEBRY G., (2001)** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 21 (566 pages).
17. **DEPLEDT F., (1998)** Evaluation sensorielle In PERRIN L ., Contribution méthodologique à l'analyse sensorielle du vin, Thèse CIFRE présentée à AGROCAMPUS RENNES pour obtenir le grade de Docteur de l'ENSAR, http://lib.bioinf.pl/Files_thèses/thesis-39-pdf.
18. **FAO, (1998)** « Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. » p : 30-105 Ed : Rome-Italie.
19. **FAO, (2004)** Lait de chamelle pour l'Afrique ; atelier sur la filière laitière cameline en Afrique. Niamey 5-8. Novembre, 2003, Rome 2004, p79-95.
20. **FAO,(1990)** Lait d'animaux laitiers <http://www.F.A.O.org>
21. **FAO,(1995)** Lait et produit laitier dans la nutrition humaine, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, p269.
22. **FREDOT (2006).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).
23. **FREDOT E., (2005)** Connaissance des aliments-Bases aliment Aires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397 pages).
24. **GOURSAUD J., 1985.** Composition et propriétés Physico-chimiques du lait
25. **GUIRAUD J.P, (2003)** Microbiologie alimentaire, DUNOD, pp142, 282-283-391.
26. **Hadipanayiotou, 1995 (HAENLIEN, 1997, IRELAND-RIPET, 2001)**
27. **HARDING F., (1995)** Milk quality, Blackie academic et professional : 113(166 pages
28. In dans lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre.
29. In le lait matière première d'industrie laitière (C E P I L).INRA- paris. (233pp).
30. **JEAN CHRISTIAN M., (2001)** Le lait pasteurisé, Groupe de recherche et d'échanges technologiques, Paris<http://www.gret.org>

Listes des références bibliographiques

31. **Jeantet.R, croguenne. T, Machaut. M, Schuck.p, Brulé.G, 2008.** Les produits laitiers. Edition TEC et DOC.
32. **LESEUR R., et MELIK N., 1999** Lait de consommation In LUQUEE F.M, Lait et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris : 5 (637 pages).
33. **LUQUET F.M, 1990** Lait et produits laitiers vache-brebis-chèvre Tome2 : les produits laitiers : transformation et technologie
34. **Mahaut et al, 2000 MAHAUT M. JEANTET R. SCHAK P eT BRUL G.2000.** Les produits industriels laitiers.ed technique documentation, Lavoisier,Paris.26 -40.
35. **MATHIEU J.,1999.**Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 pages).
36. **Mocquot, 1967, Cité Par Lenoir 1974, Le Guennec, 1975** Le lait réfrigéré, matière première de la fromagerie moderne.
37. **Murphy et O'meara, 1993 ; Colon et al ,1995.**obtenus lors de l'ultrafiltration du lait sur membrane ; Lait, Volume 54, N°539-540,
38. **Pfiffner A., 2009** Lait en poudre, <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes>
39. **POUGHEON S .et GOURSAUD J., 2001** Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).
40. **REUMONT P., 2009** Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>.
41. Revue laitière française. (1-7 pp).
42. **RHEOTEST M., 2010** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.
43. **THIEULIN G. et VUILLAUME R., 1967** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des oeufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).
44. Tome 1. Ed (APRIA) Technique et Documentation Lavoisier paris (1-86 pp)
45. **VEISSEYRE, 1979, CHILLIARD et LAMBERT, 1987.** Technologie du lait Constitution Récolte, traitement et transformation du lait. 3éme Ed. La maison rustique – paris. (1 – 5 pp) (211 – 212 pp).

Listes des références bibliographiques

46. **VIERLING E., (1999)** Aliment et boisson-science des aliments, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, France:11(270 pages).

Résumé

Ce travail s'est articulé autour de deux axes de recherche le premier concerne les Analyses physico-chimiques des laits reconstitués de la région de Khenchela (Athmani Ramila et Familait) et le second l'évaluation sensorielle de ces laits.

Toutes les analyses physico-chimiques et sensorielles ont été réalisées au niveau du laboratoire pédagogique de l'université Abbes Laghrour-Khenchela.

Les résultats montrent que le pH moyen varie de 6.03 à 6.67, une densité maximale : 1032 g/l (Familait), un taux de matière grasse meilleur : 25 g/l (Familait), et une teneur en protéines maximale de 31,05g/l (Familait). Tous les résultats de l'analyse physicochimique ont été analysés par le test ANOVA suivis par les comparaisons multiple (HSD), pour montrer la présence d'une différence significative entre les trois marques du lait étudiés.

L'analyse sensorielle a montré que les trois marques du lait étudié sont largement différentes de point de vue sensoriel. L'odeur du rance, la couleur blanc mat et l'aspect moins visqueux, sont les caractères sensoriels les plus appréciés pour le lait Ramila, tandis que le lait Athmani est caractérisé par une couleur jaune pâle, un gout cuit et une odeur végétale, et lait Familait et encore différent d'autres marques, par un gout acide avec un arrière-gout amer, une odeur animale et un aspect visqueux.

Les résultats bruts de l'analyse sensorielle ont été analysés par la composante principale (ACP), pour montrer, d'une la corrélation des trois laits avec les différentes qualités sensorielles, et d'autre part la relation la qualité organoleptique et les caractéristiques physicochimique du lait.

Mots clé : Lait, analyse physico-chimique, analyse sensorielle, Khenchela.

Abstract

The aim of this study is physic-chemical analysis of three brands of reconstituted milk produced in Khenchela, and the assessment of sensorial quality of these brands. All analyses and experiments had been realized in laboratories of Abbes Laghrour-University of Khenchela.

Results have shown that: pH vary from 6.03 to 6.67, and best results were found with Familait milk, Density: 1.032, fatty material content: 25 g/l, proteins content 31.05 g/l. All results have been analyzed by ANOVA test, followed by multiple comparison (HSD), to detect any significant differences between studied brands.

The sensorial analysis has shown a large difference between the three brands of milk. Rancid smell, matt white color, and less viscous aspect are the most appreciated sensorial characteristics for Ramila milk. While a pale yellow color, cooked taste, vegetable odor, and Familait characterize Athmani milk is more different with a bitter-acid flavor, an animal smell, and a sticky aspect.

Raw data of sensorial analysis were all analyzed by principal component (PCA), to show correlation between milk brands and sensorial qualities, and the effect of physic-chemical properties on sensorial quality.

Key words: Milk, Khenchela, physic-chemical analysis. Sensorial analysis.

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم النوعية الفيزيو-كيميائية والحسية للحليب المبستر المنتج في ولاية خنشلة. كل التجارب والتحليل في هذه الدراسة قد أجريت في المخابر البيداغوجية لجامعة عباس لغرور-خنشلة.

أظهرت النتائج ان كمون الهيدروجين يتغير من 6.03 الى 6.67. اما بالنسبة للمؤشرات الأخرى فأفضل النتائج تحصلنا عليها في حليب "فاميلي": الكثافة 1.032، نسبة الدهون 25 غ/ل، نسبة البروتينات 31.05 غ/ل، كل النتائج المحل عليها تم دراستها احصائيا، مرفق بالمقارنات المتعددة لإظهار أي اختلاف حقيقي بين نختلف نوعيات الحليب المدروسة.

التحليل الحسي اظهر اختلاف كبير بين أنواع الحليب المدروسة من حيث الذوق واللون والرائحة. رائحة السمن واللون الأبيض والقوام اللزج قليلا هي المميزات الحسية الأكثر ظهورا بالنسبة لحليب "رميلة". في حين ان اللون الأصفر الباهت والطعم المطبوخ والرائحة النباتية هي اهم ما يميز حليب "عثماني". اما حليب "رميلة" فهو أكثر اختلافا بذوق حامض ورائحة حيوانية وقوام ازج.

تم معالجة النتائج الاولية للتحليل الحسي احصائيا باستعمال اختبار المكون الأساسي لدراسة التوافق بين أنواع الحليب والنوعية الحسية من جهة، وبين مختلف النتائج الحسية والفيزيو كيميائية من جهة أخرى.

الكلمات الدلالية: الحليب، التحليل الحسي، التحليل الفيزيوكيميائي، خنشلة.

Dans cette étude nous avons choisi le marché de Khenchela où nous avons évalué la qualité physico-chimique et organoleptique de trois marques de lait reconstitué (Athmani, Ramila et Familait).

D'une manière générale, cette étude a contribué à enrichir les connaissances sur les caractéristiques physicochimiques et sensorielles du lait pasteurisé.

Le contrôle physicochimique a montré que les trois laits ont une qualité nutritionnelle appréciable (la majorité des résultats sont conformes aux normes).

Les analyses statistiques de ces résultats ont montré une différence significative entre le lait Familait et les deux autres marques (Athmani et Ramila).

De point de vue sensoriel, les trois qualités du lait sont largement différentes dans tous les critères étudiés (odeur, saveur, couleur, et aspect).

L'analyse des résultats sensoriels par l'ACP nous a permis de démontrer la relation entre certains constituants du lait et la qualité organoleptique.

De point de vue perspective, il serait intéressant de compléter notre étude par :

- Une étude de la composition de la matière grasse en acide gras par GC-MS.
- Une étude des protéines par SDS-PAGE.
- Dosage de certains minéraux par la spectroscopie d'absorption atomique (Ca, Mg, P etc.)
- Dosage des vitamines liposoluble (Vit D en particulier).
- La recherche des substances toxiques comme les métaux lourds (Pb, Cd etc.).