

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA – Bejaia



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Sciences Alimentaires

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Conservation des Aliments et Emballage

Réf :

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du

Diplôme

Master Professionnel

Thème

**Etude des propriétés physico-chimique lors du processus de
conservation du Lben de l'entreprise Tchén-Lait**

Soutenu le 25 Juin 2023

Réalisé par :

Mlle.BEKKAOUI Wassila & Mlle. BELATTAF Kenza

Membres de jury :

Mme.TOUATI Naima	MCA	Président
M. BOUDJOUANE Fares	MCA	Promoteur
Mme.TAZRART Karima	MCB	Examineur

Année : 2022-2023

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*Aux être les plus chers à mon cœur ceux qui m'ont encouragé d'amour
et d'affection, qui m'ont protégé, qui m'ont donné force, courage et
Confiance.*

*A ma chère mère **Lynda** la personne la plus proche de mon cœur,
je veux te dire que tu es une mère exemplaire, par tes conseil, ta
tendresse, ta confiance et ton amour. Je te remercie infiniment pour tes
sacrifices pour moi.*

*A mon cher père **Mohamed** qui m'a toujours encouragé, ta confiance
m'a permis de surmonter les difficultés et m'a donné l'espoir pour les
Projets d'avenir.*

Que Dieu les récompense pour tous leurs bienfaits.

*Ainsi à ma chère sœurs **Lisa** et à mon cher
Frère **Walid**.*

*A toutes mes chers oncles et tantes, cousins et cousines, spécialement
mon oncle **Zidane** et sa petite famille.*

*A l'amour de ma vie **Fares** et sa famille.*

*A mes chère(s) Ami(e)s **Lylia, Ghilas et Assia**.*

*A ma binôme **Bekkaoui Wassila** et toute sa famille et ces ami(e)s.*

*A toute la promotion de la 2ème année master Conservation des
Aliments et emballage.*

KE NZA

Dédicaces

J'ai le grand plaisir de dédier ce travail à ma très chère Maman avec mes prières qu'elle soit toujours en bonne santé et à côté de moi. Je le dédie à mon Père, à mes sœurs : wardia et nesrine à mes frères : lamine, redha.

A mon fiancé Saad, et à toute sa famille (Nadia, Mustapha)

Mes dédicaces à ma chère famille mes oncles : Boulam, Hakim, Nadir, Saad, Samir, Nacir et mes tantes Nassima, Nabila

A tous mes amis : Rahima, Nassima, Souhila, Sarah, Soultana, Kahina, Lamia et ceux qui me connaissent et gardent, dans leurs cœurs, une place pour moi.

Et bien sûr à mon binôme Kenza et toute sa famille.

Sans oublier toute la promotion CAE -2023

Wassila

Remerciements

Tout d'abord on remercie le dieu tout puissant pour tout ce qu'il nous a accordé.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers notre promoteur Mr BOUJOUAN F, pour avoir accepté de nous guider et nous aider tout au long de ce travail. Nous le remercions sincèrement d'avoir eu confiance en nous et de nous avoir apporté son soutien constant. Sa disponibilité et son écoute ont été précieuses pour mener à bien cette modeste étude.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à Mme TOUATI. N pour l'honneur qu'elle nous a fait en présidant le jury. Nous lui adressons nos hommages les plus respectueux. Nous souhaitons également rendre un immense honneur à Mme TAZRART K d'avoir accepté d'être examinatrice de ce mémoire.

Nous souhaitons également exprimer nos remerciements à Mr FETTIOUNE S pour son suivi attentif et sa contribution au bon déroulement de notre travail.

Nous sommes reconnaissants envers lui pour ses conseils précieux et ses orientations variées.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers les ingénieurs de laboratoire qui ont été à nos côtés tout au long de notre stage pratique.

Nous souhaitons exprimer un immense merci à nos familles pour leur soutien permanent et indéfectible. Leur présence et leur encouragement constants nous ont permis de puiser au plus profond de nous-mêmes la force, la volonté et la persévérance nécessaires pour atteindre cet instant crucial de notre vie. Nous leur sommes infiniment reconnaissants d'avoir été à nos côtés tout au long de ce parcours.

Nous exprimerons humblement notre gratitude envers nos amis, nos collègues en Master 2, ainsi que tous ceux qui ont gagné de près ou de loin à la réalisation de cette œuvre.

Table de matière

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	01
Partie Bibliographique.	
I-Présentation de l'entreprise	03
I.1.Historique	03
I.2. Organisation	03
I.3. Produits de l'unité	04
II –Généralités sur lait de vache, lait pasteurisé, lait fermenté	05
II- 1-Lait de vache	05
II-1-1-Définition du lait de vache (matière première).....	05
II-1-2-Composition chimique de lait de vache	05
II-1-3- caractérisation physico-chimique du lait de vache	07
II-2- Lait pasteurisé	07
II-2-1-Valeurs nutritionnelles.....	07
II-2-2-Propriétés organoleptiques	07
II-2-3-Propriétés organoleptiques	08
II-3-Lait fermenté	08
II-3-1-Ingrédients.....	08
II-3-2-Définition de la fermentation	08
II-3-3-Définition d'un lait fermenté.....	08
II.3.4. Les ferments lactiques.....	09
II-3-5-Intérêts nutritionnels et thérapeutiques des laits fermentés.....	10
II-3-6-Types de lait fermenté.....	11
III-Lben	11
III-1- Définition du Lben.....	11
III-2-Qualité organoleptique de Lben.....	11

III.3 Composition nutritionnelle du Lben.....	12
IV-Conditionnement	12
IV-1- Définition d'un emballage	12
IV-2-Définition d'un emballage plastique.....	13
IV-3- Définition d'un emballage en verre	13
IV-4-Définition de la thermo-oxydation	13
IV-5-Vieillessement thermo-oxydatif du PE	14

Partie pratique

Chapitre II : Matériel et Méthodes	15
I. Procédé de fabrication de Lben	15
II. Matériel	18
1- Matériel de l'analyse physico-chimiques	18
2- Objectif du travail	19
III. Méthodes	20
1-Méthode d'analyse sensorielle.....	20
2-Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	20
3-Méthode d'infra- rouge	25
Chapitre III : Résultats et discussion	28
I- Analyses sensorielle	26
II- Analyses physico-chimiques du lait	26
1- Lait de vache	26
2- Lait demi écrémé	27
3- Produit fini (Lben).....	27
III- Analyse statistique des résultats	29
1- Lben emballé en verre	29
2- Lben emballé en Polyéthylène	29
IV- Résultats d'analyse physico-chimique d'un lait fermenté (Lben)	34
A- Resultats Lben emballé en Polyéthylène PE.....	34
B- Resultats Lben Emballé en verre.....	36
V- Résultats d'infrarouge (FTIR)	37
V-1- Résultats I-R du lait fermenté (Lben)	37
V-2-Résultats I-R d'emballage PE du Lben.....	40
Conclusion.....	45
Liste des références	46
Annexe	49

Liste des tableaux

Tableau I : Présentation la répartition des protéines en pourcentage	06
Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache	06
Tableau III : Composition nutritionnelle du Lben	12
Tableau IV : Paramètres physico-chimiques et leurs normes.....	15
Tableau V : Produits analysées et leurs tests	20
Tableau VI : Résultats des paramètres physico-chimique du lait de vache.....	26
Tableau VII : Résultats d'analyses physico-chimiques d'un lait demi écrémé.....	27
Tableau VIII : Normes de références pour le produit fini.....	27
Tableau IX : Résultats d'analyse du Lben	27
Tableau X : Résultats d'analyse du Lben emballé en plastique.....	28
Tableau XI : Résultats d'analyse du Lben emballé en verre	28
Tableau XII : Matrice de corrélation	29
Tableau XIII : Cosinus carré des observation du Lben emballé en verre	30
Tableau XIV : Matrice de corrélation d'un Lben emballé en sachet.....	31
Tableau XV : Cosinus carré des observations	34
Tableau XVI : Position et identification et intensité des bandes caractéristique observe par IR sur les échantillons du lait fermenté	39
Tableau XVII : Position et identification et intensité des bandes caractéristique observe par IR sur les échantillons du lait PE	42

Listes des figures

Figure 01 : Différents produit de Candia.....	04
Figure 02 : Matériel des analyses physico-chimiques.....	19
Figure 03 : Analyse en composante principale (ACP) d'un Lben emballé en verre.....	30
Figure 04 : : Graphique en barre d'un lben emballé en verre.....	30
Figure 05 : Analyse en Composante Principale (ACP) d'un Lben emballé en saché	33
Figure 06 : Graphique en barre d'un lben emballé en sachet.....	33
Figure 07 : Histogramme qui représente des résultats d'analyses physico-chimique de Lben emballé en sachet	34
Figure 08 : Histogramme des analyses physico-chimique d'un Lben emballé en flacon en verre	36
Figure 09 : Spectre des échantillons du lait fermenté en différente conditions en transmission.....	38
Figure 10 : Spectre des échantillons du PET en différente conditions en transmission.	40

Liste des abréviations

Est : Extrait Sec Total

MG : Matière Grasse

pH : Potentiel Hydrogène

D : Densité

TP : Taux Protéique

TB : Taux Butyreux

PE : Poly Ethylène

D° : Degré Dornic

NEP : Nettoyage En Place

J.O.R.A.: Journal Officiel De La République Algérienne.

FTIR : Fourier Transform Infrared Spectroscopy

IR : Infrarouge

UV : Ultra-Violet

ACP : analyse en composant principale

CP : composant principale

F : facteur

Introduction

Introduction

La conservation à long terme du lait fermenté peut représenter un défi en raison des changements physico-chimiques qui se produisent au cours du processus de fermentation, ainsi que de la présence de micro-organismes indésirables (**Stepaniak et al., 2021**).

Cependant, malgré ces défis, le lait fermenté, tel que l'ben, reste apprécié pour ses qualités organoleptiques, nutritionnelles et pro biotiques (**Vinderola et al., 2019**).

L'étude des propriétés physico-chimiques du Lben pendant le processus de conservation revêt une importance capitale pour l'entreprise Tchín-Lait. Le Lben, également connu sous le nom de "lait fermenté" ou "yaourt liquide", est une boisson lactée traditionnelle largement consommée dans de nombreuses cultures à travers le monde. Il est obtenu par fermentation naturelle du lait à l'aide de bactéries lactiques spécifiques.

La conservation adéquate du Lben est essentielle pour garantir sa qualité et sa sécurité microbiologique, tout en préservant ses propriétés physico-chimiques. Les propriétés physico-chimiques du Lben comprennent des caractéristiques telles que sa viscosité, son pH, sa teneur en matière grasse, sa composition en acides aminés, ainsi que sa stabilité et sa texture.

L'entreprise Tchín-Lait est réputée pour la production de Lben de haute qualité, et la compréhension approfondie des propriétés physico-chimiques du Lben pendant le processus de conservation est essentielle pour garantir la satisfaction des clients et la réussite de l'entreprise sur le marché concurrentiel des produits laitiers.

Plusieurs études ont été menées pour évaluer les propriétés physico-chimiques du Lben lors de sa conservation. En examinant l'effet de différentes températures de stockage sur l'acidité et le pH du Lben, (**Smith et al. (2018)**).

De plus, l'impact de différents additifs et conservateurs sur les propriétés physico-chimiques du Lben. Les résultats ont révélé que l'ajout de certains conservateurs affectait la viscosité et la stabilité du Lben, tandis que l'ajout d'additifs spécifiques influençait sa composition en acides aminés. **Johnson et al. (2020)**.

Au cours de notre étude qui est effectuée au niveau de l'entreprise TCHIN-LAIT, nous avons contribué aux différentes analyses physico-chimiques qui sont effectuées sur des échantillons de lait de vache et Lben, et au niveau de laboratoire de génie des procédés de l'université on a effectué des méthodes infrarouges sur Lben et leur emballage

Introduction

Au quotidien, il est fréquent de constater que la majorité des commerçants ne respectent pas les conditions de stockage du Lben, exposant ainsi ce produit à la lumière et à des températures élevées. Il est important de déterminer si cela peut avoir des effets néfastes sur la santé des consommateurs. De plus, il convient de se demander si l'emballage du produit est conçu pour résister à de telles températures élevées et s'il existe un risque de thermo-oxydation lorsque les consommateurs ne respectent pas les conditions de stockage. Une autre question pertinente concerne une possible interaction entre le produit et son emballage.

Quels sont les potentiels effets néfastes sur la santé des consommateurs lorsque le Lben est exposé à la lumière et à des températures élevées en raison du non-respect des conditions de stockage par la majorité des commerçants ? Dans le cas où le produit n'est pas correctement stocké, est-il possible que l'emballage ne résiste pas à ces températures élevées, entraînant ainsi un risque de thermo-oxydation ? Existe-t-il une interaction entre le produit et son emballage qui pourrait affecter sa qualité et sa sécurité ?

Chapitre I

I- Présentation de l'entreprise

I.1.Historique

Tchin-lait est une entreprise algérienne spécialisée dans la production de lait UHT sous le label Candia. Elle a été créée à partir de l'ancienne limonadière Tchin-tchin, qui produisait des boissons gazeuses depuis 1954. Face à la concurrence des grandes multinationales dans le secteur des boissons gazeuses, Tchin-tchin a décidé de se diversifier et de se lancer dans la production de lait UHT. Tchin-lait dispose d'une usine ultramoderne équipée par Tetra Pak, située à Bejaïa, et peut effectuer 25 tests de contrôle de qualité quotidiennement. La société met l'accent sur la qualité de ses produits et respecte les normes les plus strictes en matière de contrôle de qualité.

L'entreprise Tchin-lait a acquis l'entreprise Ramdy, également connue sous le nom de Laiterie Djurdjura. Ramdy était spécialisée dans la production de yaourts, crèmes desserts, fromages frais et fondus. En partenariat avec le groupe français Danone, Ramdy s'est concentrée sur la production de fromages fondus, de pâtes molles et de lait pasteurisé. En plus de son laboratoire d'autocontrôle, Ramdy dispose d'équipements de pointe pour répondre à la demande croissante des consommateurs.

Tchin-lait et Ramdy (Laiterie Djurdjura) sont désormais réunies sous le nom de Tchin-lait. Ces deux entreprises sont engagées à fournir des produits laitiers de haute qualité et à maintenir des normes d'hygiène strictes pour assurer la satisfaction et la sécurité des consommateurs.

I.2. Organisation

A- La laiterie est gérée par un PDG qui dirige les différents services incluant l'administration générale, service technique et commercial.

L'unité fonctionne avec un effectif total de plus de 120 personnes entre cadres, agents de maîtrise et ouvriers de production, 24/24 heures avec trois équipes de production :

- Première équipe, 5 heures du matin à 13 heures,
- Deuxième équipe, 13 heures à 21 heures.

· Troisième équipe, 21 heures à 5 heures du matin.

B- Gestion de l'unité est subdivisée en plusieurs directions : voire la liste des annexes (annexes1)

I-3- Produits de l'unité : Les produits de l'unité TCHIN-lait se distinguent par leur qualité exceptionnelle et leur diversité, on distingue :

- ✓ Lait UHT demi-écrémé format 1L : 16% de MG.
- ✓ Lait UHT entier format 1L : 26% de MG.
- ✓ Lait UHT écrémé « Silhouette » à teneur garantie en vitamines B1, B6, E et enrichi en vitamine D. format 1L (0% de MG).
- ✓ Lait uht écrémé vitaminé « Viva »
- ✓ Lait UHT au chocolat « Candy-choco » format 1L et 20cl.
- ✓ Lait UHT additionné de jus de fruit Twist (orange-ananas et pêche-abricot).
- ✓ Boisson cocktail de fruits, boisson orange, citronnade, nectar de grenade.
- ✓ Crème fraiche « Le maitre » 20cl, 50cl, 1L.
- ✓ Préparation pour glace au lait stérilisée uht « le maitre » (fraise, vanille, chocolat).
- ✓ El ben « ramdy » en sachet, lait de vache demi écrémer format 1L.
- ✓ El ben « ramdy » en bouteille, avec la poudre du lait format 1L.
- ✓ Raib « ramdy » en bouteille, avec la poudre du lait format 1L.
- ✓ Cherbet « ramdy » en sachet, au citron format 1L.
- ✓ Fromage « ramdy » boîte de 8 portions, de 16 portions et de 24 portions.
- ✓ Préparation fromagère « ramdy » barre de 1.7kg, 600g et la 300g de 4 portions.



Figure 01 : Différents produits de Candia.

II- Généralités sur lait de vache, le lait pasteurisé, et le lait fermenté

II-1- Lait de vache (lait cru)

II-1-A-Définition du lait de vache (matière première) lait cru

Le lait est un liquide naturellement produit par les femelles mammifères après la naissance de leur progéniture. Sa couleur varie du blanc au jaune selon sa teneur en matière grasse et en beta carotène. Considéré comme un aliment complet, il est défini par le Congrès International de la Répression des Fraudes en 1908 comme "le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée", sans contamination par le colostrum. D'après les définitions de la Fédération Internationale de laiterie (FIL) et du code FAO/OMS, le lait est défini comme étant le produit obtenu par une ou plusieurs traites de la sécrétion mammaire normale d'une femelle laitière, sans ajout ni retrait d'éléments.

Le lait est un milieu propice à la croissance microbienne, avec une flore microbienne composée de microorganismes initialement présents dans le lait et d'autres contaminants potentiellement pathogènes. Du point de vue physicochimique, le lait est une émulsion de matières grasses dispersées dans l'eau, maintenues en solution dans le lactosérum grâce à la caséine, et contenant des protéines, des glucides, des minéraux et des vitamines en quantités minimales (Alias et al., 2014).

II-1-B-Composition chimique du lait de vache

- a- **Glucides** : le sucre principal du lait est le lactose, c'est aussi le composé prépondérant de la MST. C'est un disaccharide constitué par de l' α ou β glucose uni à du β galactose, ce qui est à l'origine de la présence de 2 types de lactoses.

- b- **Matières grasses** : présentes sous la forme d'une émulsion de globules gras de 1 à 8 μ m de diamètre ; le taux de matière grasse ou taux butyreux (TB) est très variable selon les conditions zootechniques. La matière grasse est constituée par 98,5 % de glycérides (esters d'acides gras et de glycérol), 1% de phospholipides polaires et 0,5% de substance liposolubles : cholestérol, hydrocarbures et vitamines A, D, E et K.

- c- **Matières azotées** : la fraction essentielle est protéique. Le taux protéique (TP) est moins sensible aux influences zootechniques que le TB et représente 95% de l'azote total du

lait, soit 32,7 % de protéine par litre. La répartition en pourcentage des diverses protéines est illustrée dans le tableau I.

Tableau I : Répartition des protéines en pourcentage contenant dans le lait de vache.

Protéine :	Pourcentage (%) :
Caséines	80%
Protéines solubles (albumines et globulines).	19%
Diverses protéines (enzymes)	1%

d- Matière saline : elle est présente à la fois dans la phase colloïdale et cristalloïdes sous forme de phosphates, de citrates et de chlorures de potassium, calcium, sodium et magnésium.

Le lait contient aussi des gaz dissous, essentiellement CO₂, N₂, et O₂, au cours des traitements technologiques, la teneur en CO₂ diminue et celle de N₂ et O₂ peut augmenter. Les moyennes suivantes peuvent être observées dans le lait cru de mélange (en volume%) :

Tableaux II : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (Cepil, 1987).

Constantes	Moyennes	Valeurs extrêmes
Energie (kcal/litre)	701	587-876
Energie (KJ/litre)	2 930	2 454-3 662
Densité du lait entier à 20 °C	1,031	1,028-1,033
Densité du lait écrémé	-	1,036
Densité de la matière grasse	-	0,94-0,96
pH à 20°C	6,6	6,6-6,8
Acidité titrable (°Doronic)	16	15-17
Point de congélation (°C)	-	-0,520-0,550
Chaleur spécifique du lait entier à 15 °C	0,940	-
Chaleur spécifique du lait écrémé à 15 °C	0,945	-
Tension superficielle du lait entier à 15 °C (dynes/cm)	50	47-53
Tension superficielle du lait écrémé à 15 °C (dynes/cm)	55	52-57

Viscosité du lait entier à 20 °C (centipoises)	2,2	-
Viscosité du lait entier à 25 °C (centipoises)	1,8	1,6-2,1
Viscosité du lait écrémé à 20 °C (centipoises)	1,9	-
Conductivité électrique à 25°C (siemens) b	45 x 10 ⁻⁴	40 - 50 x 10 ⁻⁴
Point d'ébullition (°C)	-	100,17- 100,15
Potentiel d'oxydoréduction	0,25 V	+0,20-+30
Point de fusion des graisses (°C)	36	26-42

a: 1°D= 0,1g d'acide lactique/litre

b: Autrefois mhos

II-1-C- caractérisation physico-chimique du lait de vache

Le lait possède une composition et des propriétés qui varient en fonction de la santé de la vache, de son alimentation et des conditions environnementales. Sa caractérisation permet de détecter les changements indiquant une altération du produit. Les propriétés physiques du lait, telles que son aspect, son équilibre acide-base, ses propriétés thermiques et sa viscosité, sont importantes pour optimiser les procédés de conservation et de transformation. Par exemple, la conductivité thermique mesure la vitesse de transmission de la chaleur, tandis que la chaleur spécifique et l'enthalpie déterminent la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter la température du lait. Le point de congélation du lait peut être utilisé pour détecter des modifications, et sa rhéologie aide à la filtration. En résumé, la caractérisation du lait permet de mieux comprendre ses propriétés et de mettre en place des procédés adaptés pour préserver sa qualité (Cepil, 1987).

II-2- Lait pasteurisé

II-2-1 Définition : C'est un lait soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction de la presque totalité de la microflore banale, et la totalité de flore pathogène, sans toutefois affecter la structure physicochimique du lait, sa constitution son équilibre chimique ses enzymes et ses vitamines.

II-2-2-Valeur nutritionnelle du lait cru de vache (lait cru) pasteurisé

Sur le plan physique, le lait est un aliment liquide qui se distingue par sa teneur en matière sèche, qui varie généralement entre 10% et 13%. Cette particularité lui confère une concentration en nutriments similaire à celle de nombreux aliments solides. Sa composition présente une harmonie essentielle, ce qui en fait un aliment d'une valeur nutritionnelle

inestimable, en particulier pour les enfants. En réalité, la plupart des éléments nécessaires à la construction des tissus de l'organisme sont présents dans le lait. Ses protéines, notamment la lactoglobuline et la lactalbumine, sont d'une grande valeur nutritionnelle, étant riches en acides aminés soufrés. De plus, le lait est une excellente source de calcium, de phosphore, de riboflavine, relativement riche en thiamine, en cobalamine et en vitamine A. En revanche, il est pauvre en fer, en cuivre, en acide ascorbique et en vitamine D (Cheftel, 1986).

II-2-3-Propriétés organoleptiques du lait cru de vache (lait cru) pasteurisé

- **L'odeur**

La présence de la matière grasse dans le lait, lui confère une odeur caractéristique au cours de la conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à l'acidification par l'acide lactique. La désaération du lait de la traite diminue son odeur (**Vierling, 1998**).

- **La saveur**

Côte à côte, on retrouve dans le lait une combinaison de saveurs, comprenant la douceur du lactose, la saveur salée du NaCl et la saveur distinctive de la lécithine. Ces saveurs s'équilibrent et sont influencées par la masse des protéines présentes (**Martin, 2000**).

- **La couleur**

Le lait de vache est généralement décrite comme étant blanche. Cependant, elle peut présenter des variations subtiles de couleur en fonction de facteurs tels que la teneur en β -carotène de la matière grasse (**Park et Haenlein, 2006**).

II-3-Lait fermenté

II-3-1-Ingrédients

Lait de vache + fermentation (avec des ferments lactiques) = lait fermenté (Lben)

II-3-2-Définition de la fermentation

C'est un processus biochimique permettant de convertir l'énergie chimique des molécules organiques en une forme plus accessible et mobilisable utilisée par certaines cellules. La fermentation lactique est un type de fermentation où le lactose du lait est transformé en acide lactique par des bactéries lactiques, conduisant à la production de lait fermenté. Il existe différents types de lait fermentés, tels que le raïb, le kéfir, le koumis et l'ben, chacun ayant une composition et des propriétés uniques (**La montagne, 2002**).

II-3-3-Définition d'un lait fermenté :Le lait fermenté est un produit laitier obtenu par fermentation bactérienne, en utilisant des cultures de bactéries lactiques telles que *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (Tamime & Deeth, 2016). Au cours de ce processus,

une partie du lactose présent dans le lait est convertie en acide lactique par ces bactéries, ce qui confère au lait fermenté son goût légèrement acidulé. De plus, certaines souches de bactéries lactiques présentes dans le lait fermenté peuvent offrir des avantages probiotiques pour la santé intestinale.

II.3.4. Les ferments lactiques

Dans son premier mémoire en 1857, Louis Pasteur a identifié le ferment lactique comme un micro-organisme vivant capable de se développer dans certains milieux de culture artificiels. Cette bactérie joue un rôle essentiel dans la fermentation du lait et la conservation des aliments en convertissant le lactose en acide lactique. La modélisation peut être utilisée pour contrôler la qualité du ferment lactique tout au long de sa culture et de sa récolte, permettant ainsi d'optimiser le processus de production des ferments lactiques. Un exemple concret de son utilisation est l'élaboration du chaource fermier, où le ferment lactique contribue à la transformation du lait en un fromage délicieux en ajoutant de l'acidité et en provoquant le caillage avec la présure (Lavoisier, 2008). Il existe plusieurs types de ferments lactiques utilisés dans l'industrie alimentaire. Voici quelques exemples courants :

Lactobacillus bulgaricus : est une bactérie lactique largement utilisée dans la production de yaourts et de produits laitiers fermentés. Son rôle clé dans le processus de fermentation est la conversion du lactose en acide lactique. Cela contribue à la texture épaisse et à la saveur caractéristique du yaourt (Tamime et Deeth, 2016).

Streptococcus thermophilus : est une autre bactérie lactique couramment utilisée dans la production de yaourts et de fromages. Elle agit en symbiose avec *Lactobacillus bulgaricus* pour produire de l'acide lactique lors du processus de fermentation. Cette bactérie joue un rôle essentiel dans le développement de la texture et de la saveur des produits laitiers fermentés (Tamime et Deeth, 2016).

Lactococcus lactis : est une bactérie largement utilisée dans la fabrication de fromages tels que le cheddar et le camembert. Elle joue un rôle essentiel dans le processus de fermentation lactique, ce qui permet d'obtenir la texture, la saveur et la conservation souhaitées dans ces fromages. Il convient de souligner que ces exemples représentent seulement quelques-unes des nombreuses souches de bactéries lactiques utilisées dans l'industrie alimentaire. Différentes souches peuvent être sélectionnées en fonction des produits spécifiques et des résultats recherchés (Tamime & Deeth, 2016).

II-3-5-intérêts nutritionnels et thérapeutiques des laits fermentés

Les laits fermentés présentent un intérêt nutritionnel et thérapeutique grâce à leur richesse en probiotiques, en nutriments essentiels et à leurs propriétés digestives bénéfiques pour la santé, voici quelques intérêts :

- Les laits fermentés ont des effets positifs sur la flore intestinale, améliorant ainsi la santé digestive.
- Ils contribuent à renforcer la sensibilité aux infections et la réponse immunitaire.
- Les laits fermentés peuvent aider à réduire l'ostéoporose, une condition liée à la fragilité des os.
- Ils sont associés à la prévention des maladies coronariennes, qui affectent le système cardiovasculaire.
- Les laits fermentés ont des propriétés préventives contre les cancers de la sphère digestive.
- Ils présentent un intérêt particulier pour les personnes intolérantes au lactose, leur permettant de bénéficier des nutriments du lait sans les effets indésirables de l'intolérance. De plus, des études ont suggéré que les laits fermentés contenant des bactéries lactiques pourraient avoir des propriétés anticancéreuses, ce qui en fait une option prometteuse pour les personnes intolérantes au lactose, offrant à la fois des bénéfices nutritionnels et potentiellement protecteurs contre le cancer. **(Martin et al., 2011)**

En résumé, Les laits fermentés sont reconnus comme une source importante de nutriments bénéfiques pour la santé, avec des effets potentiels sur divers aspects. Leur consommation est associée à l'amélioration de la flore intestinale, renforçant ainsi la santé digestive et le système immunitaire **(Saad et al., 2013)**. De plus, ils ont été étudiés pour leur impact sur la prévention de l'ostéoporose en raison de leur teneur en calcium et en vitamine D **(Bolland et al., 2011)**. Les laits fermentés peuvent également jouer un rôle dans la réduction du risque de maladies coronariennes **(Drouin-Chartier et al., 2016)**, ainsi que de certains cancers de la sphère digestive **(Wang et al., 2016)** et de certaines tumeurs **(Ahn et al., 2016)**. En outre, grâce au processus de fermentation, les laits fermentés contiennent des enzymes lactase qui peuvent aider les personnes intolérantes au lactose à les tolérer plus facilement **(Kolars et al, 1984)**.

II-3-6-Types de lait fermenté

Il existe différents types de lait fermenté, qui varient en fonction des cultures bactériennes utilisées et des procédés de fermentation. Voici quelques exemples courants de types de lait fermenté :

- **Le raïb** : il peut être produit à partir de lait cru ou de lait en poudre, et qui est fermenté par des levains lactiques pour former un gel de caséine avec une acidité favorable à la conservation (**Mechai et Kirane, 2008**).
- **Le kéfir** : c'est un lait fermenté alcoolisé avec un goût acide et des arômes de levure et d'alcool, fermenté par des lactobacilles, des streptocoques et une levure qui transforme le lactose en alcool (**Vignola, 2002**).
- **Le koumis** : c'est un lait fermenté alcoolisé avec ajout de sucre, souvent consommé sous forme de boisson.
- **Lben** : c'est un lait fermenté acidifié par la dégradation du lactose en acide lactique ou, dans certains cas, en alcool éthylique (**Veisseryre, 1979**).

III-Lben

III-1- Définition du Lben

Le lait fermenté Lben est un produit traditionnel algérien obtenu par fermentation du lait de vache. Il est généralement préparé en ajoutant une culture de bactéries lactiques spécifiques au lait, ce qui entraîne une acidification du produit. Le processus de fermentation du lait permet la conversion du lactose en acide lactique par les bactéries lactiques, ce qui donne au lait fermenté Lben son goût caractéristique légèrement acidulé. Le lait fermenté Lben est apprécié pour sa texture crémeuse et sa saveur rafraîchissante, et il est souvent consommé tel quel ou utilisé dans la préparation de plats traditionnels algériens (**Zarour et al., 2012**). C'est un produit laitier populaire en Algérie et il occupe une place importante dans la culture culinaire du pays (**Zarour et al., 2012**).

III-2-Qualité organoleptique du Lben

a) Aspect et texture

Le Lben est d'apparence jaunâtre lorsque la matière grasse est riche en β carotène. Mouillé ou écrémé, ce dernier apparaît légèrement bleuâtre.

b) Goût et arôme

On attribue le goût et l'arôme du l'ben à certains constituants tel que : les glucides, les protéines, les lipides ou les sels. Cependant des défauts de goût peuvent apparaître en réaction avec la présure des peptides amères qui proviennent de la dégradation des caséines et des peptides de grandes chaînes par des protéases (**Richardson et Creamer, 1973**).

III.3 Composition nutritionnelle du Lben

Le tableau II représente la composition nutritionnelle du Lben pour 100g.

Tableau (III) : Composition nutritionnelle de l'ben.

Paramètres	Teneur pour 100g
Valeur énergétique (Kcal)	36.0
Protéines (g)	2,9
Glucides (g)	4,9
Lipides (g)	3,6
Minéraux et oligoéléments :	
Sodium (mg)	540
Potassium (mg)	153
Magnesium (mg)	106
Phosphore (mg)	86
Calcium (mg)	112
Fer	-
Vitamins B12,,B2,B5(mg)	0.21

IV- Conditionnement de Lben

IV-1- Définition d'un emballage : un emballage est un contenant utilisé pour protéger, stocker, transporter et présenter des produits. Il peut être fabriqué à partir de différents matériaux tels que le carton, le plastique, le métal ou le verre. Les emballages peuvent être conçus pour différentes fonctions, telles que la protection contre les dommages, la contamination ou la dégradation, ou encore pour promouvoir la vente du produit (**Karaosmanoglu et Kaya, 2013**).

IV-2-Définition d'un emballage plastique : Un emballage plastique est un contenant fabriqué à partir de matériaux polymères synthétiques, tels que le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP), le polystyrène (PS), ou le chlorure de polyvinyle (PVC), utilisé pour stocker, transporter et présenter des produits. Les emballages plastiques peuvent être produits en différentes formes, tailles et couleurs, pour répondre aux exigences spécifiques du produit et du marché (**Lippiatt, 2016**).

A- Poly Ethylène (PE) : Est un polymère thermoplastique synthétique largement utilisé dans la production d'emballages, de bouteilles et de fibres textiles. Il est fabriqué par polymérisation du mono éthylène glycol et de l'acide téréphtalique. Le PET est apprécié pour sa transparence, sa légèreté, sa résistance à la rupture et à la corrosion, ainsi que sa recyclabilité (**Göktepe et Balköse 2012**).

IV-3- Définition d'un emballage en verre

Un emballage en verre est un contenant utilisé pour stocker, protéger, transporter et présenter des produits, tels que les boissons, les aliments, les médicaments, les cosmétiques, etc. Les emballages en verre sont fabriqués à partir de matières premières naturelles, telles que le sable, la soude et la chaux, et sont considérés comme étant respectueux de l'environnement car ils sont entièrement recyclables.

Les avantages de l'utilisation d'emballages en verre comprennent leur transparence, leur inertie chimique, leur résistance à la corrosion, leur imperméabilité à l'air et à l'eau, ainsi que leur capacité à préserver la qualité et la fraîcheur des produits (**Sosnowski, 2017**).

IV-4-Définition de la thermo-oxydation

C'est un processus de dégradation thermique et oxydative des matériaux qui peut entraîner des changements physiques, chimiques et/ou biologiques indésirables. Ce phénomène peut être observé dans diverses industries, telles que l'alimentaire, la plasturgie, la cosmétique, etc. La température et la durée de l'exposition à l'oxygène sont des facteurs clés qui influencent la vitesse et l'étendue de la thermo-oxydation. L'impact de la thermo-oxydation sur les propriétés de barrières des films d'emballage en plastique. Les résultats ont montré que la perméabilité à l'oxygène et à la vapeur d'eau des films s'est considérablement accrue après exposition à la thermo-oxydation. Cette étude souligne l'importance de contrôler les conditions de stockage et de manipulation des matériaux pour prévenir la thermo-oxydation et garantir la qualité et la sécurité des produits emballés. (**Paepe et al., 2015**)

IV-5-Vieillessement thermo-oxydatif du PE : Le vieillissement thermo-oxydatif du PE (polyéthylène) se réfère au processus de dégradation du polyéthylène sous l'effet de la chaleur et de l'oxydation. Le polyéthylène est un polymère thermoplastique couramment utilisé dans de nombreuses applications industrielles et domestiques en raison de sa résistance, de sa flexibilité et de sa durabilité. Cependant, lorsque le polyéthylène est exposé à des températures élevées, telles que celles rencontrées lors du stockage, du transport ou de l'utilisation prolongée de produits en polyéthylène, il peut subir des processus de vieillissement qui altèrent ses propriétés physiques et chimiques. L'oxygène présent dans l'environnement joue un rôle important dans ce processus de vieillissement. Au fil du temps, l'exposition à la chaleur et à l'oxygène entraîne la formation de radicaux libres à l'intérieur de la structure moléculaire du polyéthylène. Ces radicaux libres réagissent avec les chaînes polymères, entraînant une fragmentation et une réduction de la masse moléculaire du matériau. Cela se traduit par une perte de résistance mécanique, une augmentation de la fragilité, une diminution de la flexibilité et une décoloration du polyéthylène. La dégradation du polyéthylène due au vieillissement thermo-oxydatif peut également entraîner une diminution de ses propriétés chimiques, telles que la résistance aux agents chimiques, aux solvants ou aux produits chimiques corrosifs (**Biron, M. (2015)**).

Chapitre II

I. Procédé de fabrication de Lben au sein de l'entreprise TCHIN-Lait

❖ Réception de lait cru

Avant de recevoir les citernes de lait cru à l'unité laitière, un échantillon est prélevé pour évaluer sa qualité physico-chimique, selon **JORA(1993)**. Le lait cru peut être utilisé tel quel pour produire du l'ben à base de 100% de lait cru, ou mélangé avec du lait en poudre (entier et écrémé) pour produire du l'ben reconstitué. Le choix entre ces deux types de l'ben dépend de la quantité de lait cru disponible. Un échantillon est prélevé pour tester sa qualité physico-chimiques par la détermination de :

- Taux de la matière grasse
- La densité
- L'EST (extrait sec total)
- L'acidité, pH

Et d'autres analyses comme le teste d'amidon, après ces analyses si sont conformes aux normes la réception se fait. Le tableau ci-dessous représente les paramètres physico-chimiques du lait de vache (lait cru) et leurs normes.

Tableau IV : Paramètres physico-chimiques du lait de vache (lait cru) et leurs normes

Paramètres	Normes
Acidité titrable	16
pH	6,5 à 6,7
Teneur en extrait sec total	11,67
Taux de matières grasses	3,4
Test d'ébullition	(-)
Densité	1028

❖ Préchauffage

Pour éviter la croissance des bactéries, le lait est soumis à une étape de préchauffage où sa température est portée à 63-65°C pendant une durée de 15 secondes, ce qui est inférieur à la température de pasteurisation. Cette mesure temporaire est recommandée par **Gosta (1995)**.

❖ Dégazage

Le dégazage est une opération qui vise à améliorer l'homogénéisation et à éliminer une partie des odeurs spécifiques des laits reconstitués. Cette étape est généralement réalisée à une

température de 75°C, suivie d'une chute de température d'environ 8 à 10°C, selon **Avezard et Lablee(1990)**.

❖ **Homogénéisation**

L'homogénéisation présente de nombreux avantages pour le lait, notamment la stabilisation de l'émulsion de matière grasse uniformément répartie dans tout le liquide. Cette opération confère également au lait une saveur et une texture caractéristiques, plus douces et plus onctueuses pour une même teneur en matière grasse, tout en réduisant la sensibilité de la matière grasse à l'oxydation, selon **Vignola(2002)**. Pour réaliser cette étape, le lait est soumis à une pression de 100-250 bars et à une température comprise entre 60 et 70°C, selon **Gosta(1995)**.

❖ **Pasteurisation**

Consiste à chauffer le lait dans un échangeur à plaque, à une température de 95°C pendant 3 minutes, comme l'indique **Cheftel(1976)**.

❖ **Refroidissement**

Après la pasteurisation, le lait est refroidi jusqu'à atteindre la température d'ensemencement des bactéries lactiques mésophiles, qui se situe entre 22 et 26°C.

❖ **Ensemencement :**

L'ensemencement des ferments mésophiles dans le lait pasteurisé est une étape essentielle du processus de fermentation pour la production de produits laitiers fermentés. Cette étape consiste à ajouter les ferments dans le lait pasteurisé, généralement dans des cuves de fermentation, afin d'initier le processus de transformation. Les ferments sont soigneusement mélangés au lait pour assurer une distribution uniforme, favorisant ainsi une fermentation homogène. La fermentation se poursuit ensuite pendant une durée spécifique, généralement d'environ 15 heures, à une température contrôlée située entre 25 et 35 °C. Pendant cette période, les ferments mésophiles convertissent le lactose présent dans le lait en acide lactique par leur activité métabolique. Cette conversion du lactose en acide lactique entraîne l'épaississement du lait et la coagulation du produit fermenté). À la fin du processus de fermentation, le produit final présente une acidité spécifique, mesurée en pourcentage d'acide lactique. Généralement, l'acidité du produit fermenté se situe entre 0,42 et 0,46 % (équivalent à 42-46° Dornic), ce qui est un indicateur clé de la qualité et de la saveur du produit final **Tamime et Deeth (2016)**.

❖ Maturation

La maturation est une étape cruciale dans le développement de nombreux produits laitiers fermentés tels que l'ben. Cette phase est souvent appelée la phase d'acidification, car elle est caractérisée par une augmentation de l'acidité due à la transformation du lactose en acide lactique. C'est cette transformation qui permet la coagulation du produit et donne lieu à une acidité allant de 0,42 à 0,46 % d'acide lactique (équivalent à 42-46° Dornic), ce qui est un indicateur clé de la qualité et de la saveur du produit final. Selon **(Clermont, 1987)**, cette étape est fondamentale pour le développement des propriétés organoleptiques et de la texture du produit fini, et elle peut varier en fonction des caractéristiques spécifiques du produit et du processus de production.

Lorsque le pH du lait diminue en raison de l'augmentation de l'acidité, les micelles de caséine qui sont présentes dans le lait perdent leur calcium. Cette perte de calcium provoque la coagulation des protéines de caséine, qui forme un réseau tridimensionnel de protéines, appelé caillé. Pendant ce processus de coagulation, l'acide phosphorique présent dans le lait est généralement dissocié.

À un pH de 4,6, le caillé obtenu occupe le volume initial du lait, selon **(Scriban, 1988)**. Cette étape est essentielle pour la production de nombreux produits laitiers, car elle permet de séparer le caillé du lactosérum, qui est la partie liquide du lait qui reste après la coagulation. Le caillé obtenu est ensuite traité pour produire différents types de produits laitiers fermentés tels que le fromage, le yaourt, l'ben, etc.

❖ Décaillage

Le décaillage correspond à l'étape de coagulation du lait après l'ajout de présure. Les micelles de caséine se lient pour former un réseau solide qui emprisonne le petit-lait. Selon les indications de l'Unité Matinale, la coagulation doit prendre environ 45 minutes à une température de 28 à 32 °C. Ensuite, le caillé est coupé en petits morceaux pour faciliter l'expulsion du petit-lait. Cette étape est appelée le brassage. Le brassage est suivi d'un chauffage lent pour atteindre une température d'environ 55 °C, à laquelle le caillé est maintenu pendant 30 minutes. Cette étape permet une expulsion complète du petit-lait et la formation d'un caillé ferme **(Clermont, 1987)**.

❖ Refroidissement et brassage

Pour arrêter la fermentation et éviter une acidification excessive, le produit fermenté est refroidi rapidement en faisant circuler de l'eau froide dans la double enveloppe du tank de maturation. Une fois que l'acidité du produit atteint un seuil déterminé, il est brassé pour obtenir une texture homogène et améliorer l'aspect visuel du produit fini.

❖ **Conditionnement**

Il implique le remplissage de pots en plastique ou en verre avec un couvercle hermétique pour préserver la qualité du produit. Avant le remplissage, il est essentiel de nettoyer et stériliser les pots pour éviter toute contamination du produit. Des étiquettes contenant des informations telles que la date de fabrication, la date limite de consommation et les ingrédients doivent être apposées sur chaque pot. Enfin, le stockage des pots doit être effectué dans des conditions de température et d'humidité appropriées pour préserver la qualité du produit.

II-Matériels

III-1-Matériel de l'analyse physico-chimiques

a- pH

- ✓ pH- mètre

b- Extrait sec

- ✓ Etuve réglé à 105°C
- ✓ Balance analytique
- ✓ Dessiccateur
- ✓ Coupelle en aluminium

c- Teneur en matière grasse

- ✓ Mesureur d'acide sulfurique (10ml)
- ✓ Mesureur d'alcool éthylique (1ml)
- ✓ Butyromètre, accompagner d'un bouchon
- ✓ Pipette de 11 ml
- ✓ Centrifugeuse électrique

d- Densité

- ✓ Lactodensimètre

e- Conductivité

- ✓ Conductimètre

f- Teste d'acidité

- ✓ Flacon en verre
- ✓ Pissette
- ✓ Solution de NAOH titré de 0,1 N
- ✓ Phénol- phtaléine

F- infra-rouge

- ✓ Fenêtre de KBR
- ✓ IRAF Finity-1 SHIMADZU



(A) : conductimètre (B) : Dessiccateur (C) : pH mètre (D) : Matière grasse



(E) : Test d'acidité



(F) : Centrifugeuse



(G) : F.T.I.R

Figure 02 : matériel des analyses physico-chimiques

Les illustrations de (figure 02) sont originales.

II-2- Objectif du travail

L'objectif de l'analyse physico-chimique avec le matériel mentionné est de caractériser différentes propriétés du lait, telles que le pH, l'extrait sec, la teneur en matière grasse, la densité, la conductivité, le teste d'acidité et l'analyse par infrarouge. Les différents instruments et équipements utilisés permettent de mesurer ces paramètres spécifiques, ce qui permet d'évaluer la qualité, la composition et d'autres caractéristiques du lait. Ces analyses

fournissent des informations essentielles pour le contrôle de la qualité, la conformité aux normes et la compréhension des caractéristiques physico-chimiques du lait.

III- Méthodes

III-1- Analyse sensorielle du Lben

Le produit est jugé par le groupe du laboratoire pour évaluer la qualité de ce dernier de côté nutritionnelle

- Le principe de l'analyse sensorielle du Lben repose sur l'évaluation des propriétés organoleptiques du produit, telles que la couleur ; l'odeur, la texture et le goût, par un panel experts formés. Cette méthode permet de mesurer la qualité sensorielle du Lben et déterminer la perception des consommateurs vis-à-vis du produit.
- L'analyse sensorielle a été réalisée par un panel d'experts formé et entraîné pour évaluer la couleur, l'odeur, la texture et le goût du produit.

III-2-Analyses physico-chimiques du Lben

Avant d'entamer la fabrication du lait ou du Lben, on fait appel à des analyses physico-chimiques, qui ont pour objectif de garantir au produit la stabilité et la consistance en ce qui concerne ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques, et d'apporter des corrections sur le produit.

- **Prélèvement du Lben**

Pour effectuer des analyses physico-chimiques du produit fini on prélève 3sachets de Lben au début de production, milieu et fin de production.

Tableau V : Produits analysés/ tests effectués

Produits analysés	Tests effectués
Lait cru	<ul style="list-style-type: none"> - Acidité - Densité - MG - Extrait sec - PH
Produit fini (Lben)	<ul style="list-style-type: none"> - pH - Acidité - Extrait sec - MG

A- Mesure de pH

- **Principe :** Le pH est déterminé par la technique électro métrique ou potentiométrique en utilisant un pH-mètre qui est un appareil qui mesure la différence de potentiel entre deux électrodes. (AUDIGIE, 1984).

$$pH = \frac{\log 1}{H_3O^+}$$

- **Mode opératoire :** dans une cuve contenant du Lben ou lait cru, on introduit directement l'électrode de l'appareil de ph mètre après l'étalonnage de ce dernier pour donner une valeur exacte
- **Lecture :** la valeur du pH mètre va lue directement sur l'écran de pH mètre

B-Mesure de l'acidité :

- **Principe :** La mesure de l'acidité dans les produits laitiers est essentielle car elle est directement liée à la qualité et à la sécurité alimentaire. La méthode la plus courante est le titrage de l'acidité à l'aide d'une solution alcaline de normalité 1/9N en présence de l'indicateur coloré phénolphtaléine. Cette méthode permet de mesurer tous les ions H^+ disponibles dans le milieu, qu'ils soient dissociés ou non. Les produits laitiers contiennent une concentration en acide lactique qui se développe à la suite de la fermentation du lactose par les bactéries lactiques. L'augmentation de l'acidité conduit à la dénaturation des protéines dans les produits laitiers (Tamime & Robinson, 2007).
- **Mode opératoire :** Dans cette méthode expérimentale, on commence par prendre un Becher et utiliser une pipette pour y prélever 10 g de lait fermenté. Ensuite, on dilue le lait fermenté avec 10 g d'eau distillée. On ajoute ensuite 2 à 3 gouttes d'indicateur coloré, tel que la phénolphtaléine, au mélange. Par la suite, on titre le mélange en utilisant une solution de NaOH de concentration 0,1 N jusqu'à l'obtention d'un virage rose pâle (Lapointe-Vignola, 2002).

C- Mesure de la densité

- **Principe**

Consiste à déterminer le rapport entre les masses d'un volume de lait et d'un même volume d'eau à une température de 20°C. Ce rapport dépend des différentes densités des constituants du lait tels que l'eau, la matière grasse, les protéines, les sucres, etc., qui varient en quantité dans le lait. Pour mesurer la

densité, on utilise un thermo-lactodensimètre conforme à la norme NF V04-204 **AFNOR (2004)** qui est étalonné de manière à afficher la densité de l'échantillon de lait à analyser par une simple lecture de trait correspondant au point d'effleurement

- **Mode opératoire**

Pour mesurer la densité du lait fermenté est le suivant :

Mélanger l'échantillon de lait sans incorporer de bulles d'air Verser doucement l'échantillon dans une éprouvette inclinée pour éviter la formation de mousse, remplir l'éprouvette jusqu'au bord de sorte que le lait déborde légèrement lors de l'introduction du lactodensimètre, qui est équipé d'un thermomètre.

- **Lecture**

On note la température du lait puis on note la densité lue sur lactodensimètre. Si la lecture de la densité a été faite à une température spécifique, il est important de prendre en compte cette température pour le calcul final de la densité (**AFNOR, 2004**).

D- Mesure de l'extrait sec

- **Principe**

Cette définition de la "matière sèche du lait" est issue de la norme NF V04-207 de l'**AFNOR**. Selon cette norme, la matière sèche du lait est obtenue par dessiccation et par évaporation d'une certaine quantité de lait dans des conditions spécifiques, suivie d'une pesée du résidu obtenu.

Lecture : la valeur est lue directement sur le dessiccateur.

E- Taux de matières grasses

- **Principe :** Pour vérifier, s'il s'agit vraiment d'une poudre entière, écrémée ou partiellement écrémée, les éléments du lait sont dissous sous l'influence de l'acide H_2SO_4 et de la centrifugation. Les deux phases se séparent grâce à la présence de l'alcool isométrique.

- **Mode opératoire**

La méthode expérimentale consiste à mélanger 10 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) de concentration 0,1N avec 10 ml de lait dans un butyromètre. Ensuite, 1 ml d'alcool iso

amylaque est ajouté au mélange, qui est agité vigoureusement. Le butyromètre est ensuite centrifugé pendant 10 minutes.

- **Lecture**

Le taux de matière grasse est lu directement sur le butyromètre après le serrage de bouchon

III-3- Expression des résultats

A- Taux de matières grasses

La teneur en matière grasse du lait est exprimée en grammes pour 100 ml de lait ou en pourcentage.

$$MG = B - A$$

- Les paramètres A et B correspondent respectivement aux lectures inférieure et supérieure de la colonne de matière grasse.
- Ces paramètres sont utilisés pour calculer la teneur en matière grasse à l'aide de la formule spécifiée dans la norme NF V04-210.

A- Extrait sec

La quantité de matière sèche dans un litre de lait est exprimée en grammes.

$$EST = (M_1 - M_0) \times \frac{100}{V}$$

La teneur en matière sèche du lait, exprimée en pourcentage en poids, correspond à la quantité de matière sèche présente dans un certain volume de lait. Selon la formule suivante :

$$MS = (M_1 - M_0) \times \frac{100}{(M_2 - M_0)}$$

M_0 : Il s'agit de la masse en grammes de la capsule vide utilisée pour l'analyse.

M_1 : Il s'agit de la masse en grammes de la capsule contenant le résidu après dessiccation et refroidissement.

M_2 : Il s'agit de la masse en millilitres de la prise d'essai de lait utilisée pour l'analyse.

V : Il s'agit du volume en millilitres de la prise d'essai de lait utilisée pour l'analyse. Pour obtenir le résultat final, il convient de prendre la moyenne arithmétique des résultats obtenus lors des déterminations, à condition que les conditions de répétabilité soient remplies. Si ces conditions ne sont pas remplies, il faut effectuer de nouvelles déterminations.

B- Acidité : est une mesure de la concentration d'acide lactique dans le lait, exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait., est égale à :

$$\frac{V_1 \times 0,01 \times 1000}{V_0} = \frac{10V_1}{V_0}$$

V_0 correspond au volume, exprimé en millilitres, de la prise d'essai utilisée pour l'analyse de l'acidité du lait.

V_1 correspond au volume, exprimé en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium 0.111N nécessaire pour neutraliser l'acide lactique contenu dans la prise d'essai.

L'acidité du lait est exprimée en grammes d'acide lactique par litre de lait.

L'acidité du lait peut également être exprimée en grammes d'acide lactique pour cent grammes de lait et l'acidité est calculer selon la formule suivante :

$$A = \frac{V_1 \times 0.01 \times 100}{E} = \frac{V_1}{E}$$

- V_1 : représente le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium (0.111N) utilisé pour la titration.
- E : correspond à la masse en grammes de la prise d'essai, c'est-à-dire de l'échantillon de lait analysé.

Remarque

- Si une solution d'hydroxyde de sodium de 0.1N est utilisée, il faut multiplier le résultat obtenu par 0,9 pour l'obtention de l'acidité exprimée en gramme d'acide lactique pour 100 grammes de lait.
- L'acidité titrable est exprimée en degrés Dornic (°D) et calculée selon la formule donnée ci-dessous :

$$A = V \times 10$$

A : acidité Dornic

V : Volume de NaOH en ml

1°D \longrightarrow 0,1ml NaOH N/9 et 0,1g d'acide lactique/ litre de lait (NA : N°109601).

IV-3-Analyse d'infra-rouge

La méthode d'analyse par infrarouge est utilisée pour mesurer la composition des produits laitiers, y compris Lben. Cette technique consiste en l'utilisation d'un spectrophotomètre infrarouge pour mesurer l'absorption de la lumière infrarouge par la matière à analyser. Cette absorption est ensuite utilisée pour déterminer la composition en matières grasses, en protéines et en lactose. Cette méthode est rapide, précise et non destructive. Selon une étude menée par **Najar et al.,(2018)** l'analyse par infrarouge est une méthode fiable pour la mesure de la composition du Lben. Les auteurs ont utilisé cette méthode pour mesurer la teneur en matières grasses, en protéines et en lactose dans le Lben produit dans les régions de Nabeul et de Zaghouan en Tunisie. Cependant, il est important de noter que l'analyse par infrarouge ne peut pas mesurer tous les composants du lait, tels que les minéraux et les vitamines. Par conséquent, d'autres méthodes d'analyse peuvent être nécessaires pour obtenir une évaluation complète de la composition de Lben

Mode opératoire : une expérience menée sur trois échantillons d'un produit fini appelé "Lben". On 'à respecter les conditions requises pour ces échantillons. Ensuite, on 'a exposé ces trois échantillons à différentes températures : 4°C, 25°C et 40°C. Après une période de 28 jours, des tests infrarouges seront réalisés sur le produit "Lben" ainsi que sur son emballage. Avant de procéder à cette analyse, il est nécessaire de retirer toute trace de couleur présente sur l'emballage. Pour ce faire, en émergeant l'emballage dans une solution de soude et le laissent ainsi pendant 4 jours afin d'éliminer complètement ces traces.

Chapitre III

I- Qualité sensorielle

- Aspect : est homogène
- Couleur : De matière première jusqu'au produit fini la couleur est blanche
- Gout : concernant le produit fini son gout est bon

II- Propriétés physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques sur le lait cru, demi écrémé et le produit fini sont présenter dans les tableaux suivants :

1- Lait de vache

Tableaux VI : Paramètres physico-chimique du lait de vache.

Paramètres	Résultats	Norme
Extrait sec	118.6	100-112
pH	6.65	6.6- 6.8
Acidité	16	16-18
Matière grasse	33	28-35
Densité	1.029	1.028-1.033

- **pH :** Les résultats du lait de vache indiquent qu'il est conforme aux normes établies, ce qui prouve que les bonnes conditions de traitement ont été respectées tout au long d'une seule opération.
- **Acidité titrable :** La valeur de l'acidité titrable obtenue pour le lait se situe dans la plage de la norme (16), ce qui indique que les résultats sont conformes aux normes établies. Cela suggère que l'acidité du lait est dans les limites acceptables selon les critères de qualité spécifiés.
- **Densité :** La densité du lait est un paramètre crucial en industrie, et la valeur mesurée (10,29) se situe dans la plage normale (1,028-1,033). Elle joue un rôle essentiel dans la détection de fraudes. Lorsque la densité est inférieure à la norme, cela suggère généralement que le lait a été dilué. Ce processus de dilution, appelé mouillage, entraîne une diminution de la concentration des composants du lait, ce qui se traduit par des changements dans ses propriétés physiques. La densité du lait varie en fonction de l'espèce et de la quantité d'éléments dissous ou en suspension. Elle est également inversement proportionnelle au taux de matière grasse et peut être influencée par l'alimentation de l'animal. Une densité élevée est généralement associée à une augmentation de la teneur en extrait sec du lait, ce qui signifie qu'un même volume de lait aura une masse plus élevée. **Alais (1984)**

- **Extrait sec total** : la teneur en extrait sec du lait de vache est supérieure à la norme (100-112), ce qui a une relation avec l'alimentation et la saison de collecte.
- **Matière grasse** : d'après les résultats obtenus (33g/l) qui se situent dans l'intervalle de la norme, nous pouvons conclure que la teneur en matière grasse répond aux normes établies. Selon la teneur en matière grasse du lait de vache peut varier d'un jour à l'autre en raison de sa forte corrélation avec le processus de traite **Hoden et Coulon (1991)**. La matière grasse fait partie des éléments solides présents dans le lait, et ses variations sont directement influencées par l'alimentation de l'animal. De plus cette diminution peut également être attribuée au stade de lactation, ainsi qu'au taux butyreux qui diminue au début de la lactation pour atteindre un minimum vers les 6 semaines (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

2- Lait demi écrémé

Tableaux VII : Paramètres d'analyses physico-chimiques du lait demi écrémé

Paramètre	Résultats	Norme
Extrait sec	102	109-111 (J.O.R.A, 1993)
pH	6.60	6.6-6.8 (JORA,1993)
Acidité	16.5	14-16 (JORA,1993)
Matière grasse	22	15-20 (JORA,1993)
Densité	1.026	1.032-1.034 (JORA,1993)

3- Le produit fini (Lben)

Tableau VIII : Normes de références pour le produit fini

Paramètres	Normes
Extrait sec	109-111 (J.O.R.A, 1993)
pH	4.40-4.60 (JORA,1993)
Acidité	75-85 (JORA, 1993)

❖ J + 1 du Lben

Paramètre	Début de production	Milieu de production	Fin de production	

				Norme
Ph	4.63	4.61	4.62	4.40-4.60
Acidité	65.7	64.8	65.7	75-85
Extrait sec	94.4	95.7	95.5	109-111 (J.O.R.A, 1993)

Tableau IX : paramètres physico-chimiques du Lben

- **pH :** les valeurs du pH obtenues et de premier, milieu et fin de production qui est respectivement (4.63/4.61/4.62), donc ces valeurs ne sont pas conformes aux normes de JORA mais sont conformes aux normes d'entreprise, car le pH de décaillage est varié entre (4.60- 4.65).
- **Acidité :** L'acidité du produit fini de Lben est inférieure à la norme établie (75-85) selon **JORA (1993)**. Cela suggère que la fermentation du lactose en acide lactique n'a pas atteint le niveau requis. La durée de fermentation et la température de fermentation sont des facteurs importants qui peuvent influencer ce processus. Une durée de fermentation plus longue et une température constante et appropriée sont recommandées selon les normes de l'**AFNOR (1980)**. De plus, la quantité et les propriétés des ferments utilisés jouent également un rôle crucial. Une surveillance attentive de ces paramètres est essentielle pour garantir la qualité et la consistance du Lben fermenté.
- **Extrait sec :** les résultats obtenus du Lben au début, milieu et fin de production, (94.4/95.7/95.5), est inférieurs aux normes de **J.O.R.A**, cela devient au produit de départ (lait de vache et lait demi écrémé), car c'est un enchainement.

A- Lben emballé en plastique

Tableau X : Résultats d'analyse du Lben emballé en plastique

B- Emballé en verre (flacon)

Tableau XI : Résultats d'analyse du Lben emballé en verre

Paramètres	unités	Le produit emballé en flacon en verre								
		15 Jours			21 jours			28 jours		
		6°C	25°C	30°C	6°C	25°C	30°C	6°C	25°C	30°C
Température	°C	6°C	25°C	30°C	6°C	25°C	30°C	6°C	25°C	30°C
Extrait sec	g/l	101.9	101.4	100	101.7	102.3	98.4	101.7	102.3	98.4

pH		4.46	4.16	4.30	4.50	4.23	4.34	4.42	4.12	4.23
L'acidité	D°	76.5	93.6	85.5	74.7	93.6	94.5	76.5	105.3	85.5
Matière grasse	g/l	21	19	19	20	20	20	20	20	19

III- Analyse statistique des résultats

1- Lben emballé en verre

Tableau XII : Matrice de corrélation

Matrice de corrélation (Pearson (n))				
Variables	Ph	acidité	extrait sec	matière grasse
pH	1	-0,8773	0,0422	0,5376
Acidité	-0,8773	1	-0,0326	-0,2450
extrait sec	0,0422	-0,0326	1	0,4653
matière grasse	0,5376	-0,2450	0,4653	1

Le tableau de corrélation montre les valeurs de corrélation de Pearson entre différentes variables dans le lait fermenté, notamment le pH, l'acidité, l'extrait sec et la matière grasse. Et dans le cercle des variables actives de l'ACP, les variables actives sont représentées par des vecteurs. La longueur de chaque vecteur reflète l'importance de la variable dans l'explication de la variation des données

- La variable "pH" est fortement corrélée positivement avec la matière grasse, avec une corrélation de 0,5376. Cela suggère qu'une augmentation du pH est généralement associée à une augmentation de la teneur en matière grasse.
- La variable "pH" présente une corrélation modérée négative avec l'acidité, avec une corrélation de -0,8773. Cela indique qu'une augmentation du pH est généralement associée à une diminution de l'acidité.
- L'acidité est fortement corrélée négativement avec la matière grasse, avec une corrélation de -0,2450. Cela suggère qu'une augmentation de l'acidité est généralement associée à une diminution de la teneur en matière grasse.
- L'extrait sec présente une corrélation modérée positive avec la matière grasse, avec une corrélation de 0,4653. Cela suggère qu'une augmentation de l'extrait sec est généralement associée à une augmentation de la teneur en matière grasse.
- Les autres corrélations, telles que celle entre l'acidité et l'extrait sec, sont faibles et proches de zéro, indiquant une corrélation négligeable ou très faible entre ces variables.

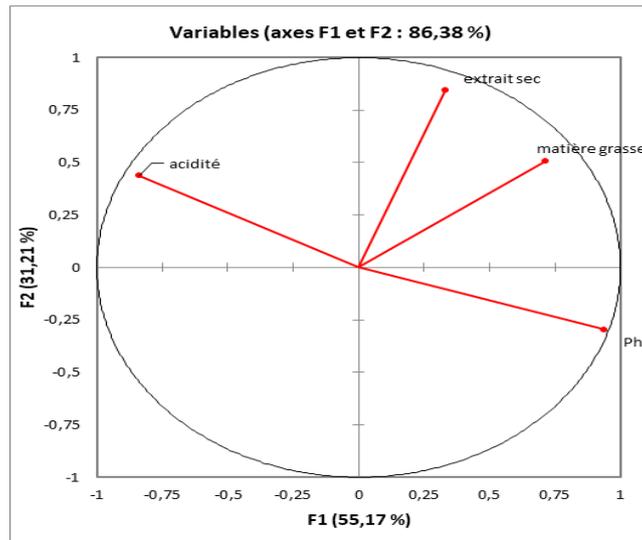


Figure 03 : Analyse en composante principale(ACP) d’un Lben emballé en verre.

Le schéma représente l’analyse en composante principale avec une valeur de 86,38 % ou la CP1 est représenté par 55,17% et CP2 est représenté par 31,21%.

D’après la CP1 on observe que les paramètres matière grasse, extrait sec, et acidité sont représenté dans la partie positive tandis que le pH est représenté dans la partie négative.

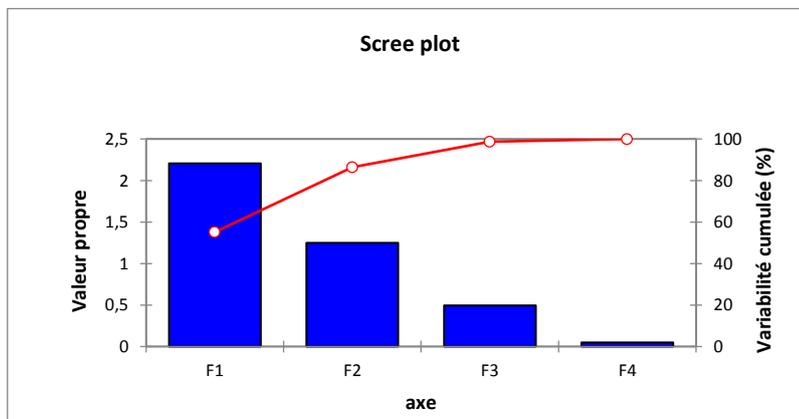


Figure 04 : Graphique en barre d’un lben emballé en verre

Interprétation : le schéma représente le graphique en barre des valeurs propres, l’ACP montre que le 90% de la variance totale est représenté sur l’axe 1 et de 50% sur l’axe 2 pour l’axe 3 est de 20%, le dernier axe est de zéro

Tableau XIII : Cosinus carré des observation du lben emballé en verre

Cosinus carrés des observations :

F1	F2	F3	F4
----	----	----	----

E15T6	0,8874	0,0586	0,0398	0,0142
E15T25	0,7697	0,0188	0,2115	0,0000
E15T30	0,2260	0,6016	0,1572	0,0152
E21T6	0,8915	0,0266	0,0598	0,0221
E21T25	0,0749	0,9190	0,0054	0,0007
E21T30	0,0579	0,2233	0,7007	0,0181
E28T6	0,8980	0,0043	0,0971	0,0006
E28T25	0,3847	0,5970	0,0180	0,0002
E28T30	0,3288	0,6386	0,0005	0,0321

Les valeurs en gras correspondent pour chaque observation au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand

Interprétation

Les valeurs du cosinus carré des observations des facteurs présentées dans le tableau fournissent des indications sur la représentativité de ces observations par rapport aux différentes sources de variation. Les résultats révèlent que les facteurs 1 et 2 présentent des valeurs de R^2 plus élevées et plus proches de 1, tandis que le facteur 3 affiche une valeur inférieure. En ce qui concerne le facteur 4, les valeurs sont proches de zéro. **Jackson, D. A. (1993)**. Cette observation suggère que les observations avec des valeurs de R^2 proches de 1 sont bien expliquées par le facteur de variation correspondant, indiquant qu'elles se rapprochent du modèle global défini par l'analyse en composantes principales (ACP). En revanche, les observations avec des valeurs de R^2 faibles, proches de zéro, indiquent une faible contribution du facteur de variation à l'explication des observations. Ces observations peuvent être considérées comme atypiques ou peu influencées par les facteurs de variation extraits. **Haïr, J. F et Al (2014)**.

2- Poly Ethylène (PE)

Tableau XIV : Matrice de corrélation d'un Lben emballé en sachet

Matrice de corrélation (Pearson (n)) :				
Variables	Ph	acidité	extrait sec	matière grasse
pH	1	-0,9756	-0,1850	-0,0639
Acidité	-0,9756	1	0,0844	-0,0980
Extrait sec	-0,1850	0,0844	1	0,2274
Matière grasse	-0,0639	-0,0980	0,2274	1

Intreprétation des résultats

Dans le cercle de l'analyse en composantes principales (ACP), les variables actives sont représentées par des vecteurs. La longueur de chaque vecteur reflète l'importance de la variable dans l'explication de la variation des données. Le tableau représente des résultats de corrélations de Pearson entre différentes variables (pH, acidité, extrait sec et matière grasse), et les valeurs de corrélation sont données dans la matrice.

- La corrélation entre la variable "pH" et elle-même est de 1, ce qui indique une corrélation parfaite (comme on compare la variable avec elle-même).
- La variable "pH" est fortement corrélée négativement avec l'acidité, avec une corrélation de -0,9756. Cela suggère qu'une augmentation du pH est généralement associée à une diminution de l'acidité.
- La variable "pH" présente une corrélation faible négative avec l'extrait sec (-0,1850) et avec la matière grasse (-0,0639). Cela indique qu'il existe une légère tendance à une diminution du pH avec une augmentation de l'extrait sec ou de la teneur en matière grasse.
- L'acidité est fortement corrélée positivement avec elle-même (corrélation de 1) et présente une corrélation faible positive avec l'extrait sec (0,0844). Cela suggère qu'une augmentation de l'acidité est légèrement associée à une augmentation de l'extrait sec.
- L'extrait sec présente une corrélation faible positive avec l'acidité (0,0844) et une corrélation plus forte positive avec la matière grasse (0,2274). Cela suggère qu'une augmentation de l'extrait sec est légèrement associée à une augmentation de l'acidité et à une augmentation plus marquée de la teneur en matière grasse.
- La matière grasse présente une corrélation faible positive avec l'extrait sec (0,2274) et une corrélation faible négative avec l'acidité (-0,0980). Cela indique qu'une augmentation de la teneur en matière grasse est légèrement associée à une augmentation de l'extrait sec et à une diminution de l'acidité.

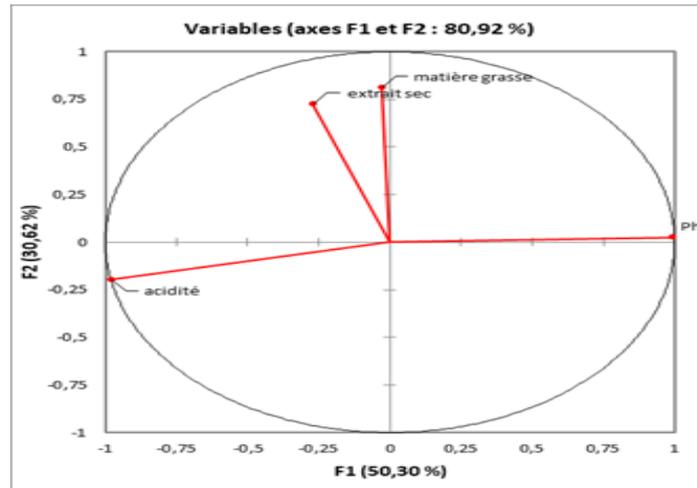


Figure 05 : Analyse en Composante Principale (ACP) d'un Lben emballé en sachet

Interprétation

Le schéma représente l'analyse en composante principale avec une valeur de 80,92 % ou la CP1 est représenté par 50,30% et CP2 est représenté par 30,62%.

D'après la CP1 on observe que les paramètres matière grasse, extrait sec, et acidité sont représenté dans la partie négative tandis que le pH est représenté dans la partie positive.

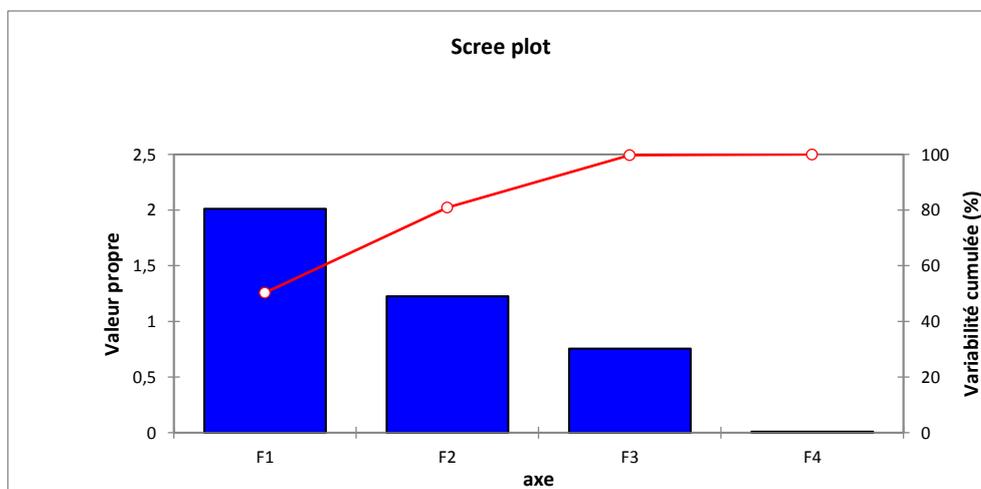


Figure 06: Graphique en barre d'un lben emballé en sachet

Intreprétation : le schéma représentele graphique en barre des valeurs propres. On constate que le facteur 1 renferment plus de 80% des données , ce qui implique que le 1 er facteur est considéré comme l'établissement de corrélation , sur l'axe 2 avec 50% pour l'axe 3 est de 30% et pour le 4 ème axe est de zéro variable.

Tableau XV : Cosinus carré des observations

Cosinus carrés des observations :

	F1	F2	F3	F4
E15T6	0,8562	0,0589	0,0847	0,0002
E15T25	0,5901	0,1899	0,2151	0,0049
E15T30	0,0498	0,2666	0,6827	0,0009
E21T6	0,9902	0,0013	0,0034	0,0051
E21T25	0,3162	0,3242	0,3571	0,0025
E21T30	0,0452	0,4214	0,5282	0,0051
E28T6	0,9766	0,0024	0,0099	0,0110
E28T25	0,8157	0,0925	0,0916	0,0003
E28T30	0,0617	0,9282	0,0096	0,0005

Les valeurs en gras correspondent pour chaque observation au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand

Ce tableau représente les valeurs des cosinus carré des observations des facteurs, nous pouvons constater que la valeur de cosinus de facteur 1 est plus grande est proche de 1 que les facteurs 2 et 3 et au facteur 4 les valeurs sont proches de zéro, cela indique que dans les valeurs proches de 1 l'observation est bien représenté par le facteur de variation et donc sont proches de modèle global définie par l'ACP, tandis que les valeurs faibles qui sont proche de zéro suggère que l'observation est peu expliquée par le facteur de variation et sont considéré comme des points atypiques (peu influencées par les facteurs de variations extraits).

IV- Résultats d'analyse physico-chimique d'un lait fermenté (Lben)

A- Résultats du Lben emballé en poly Ethylène (PE)

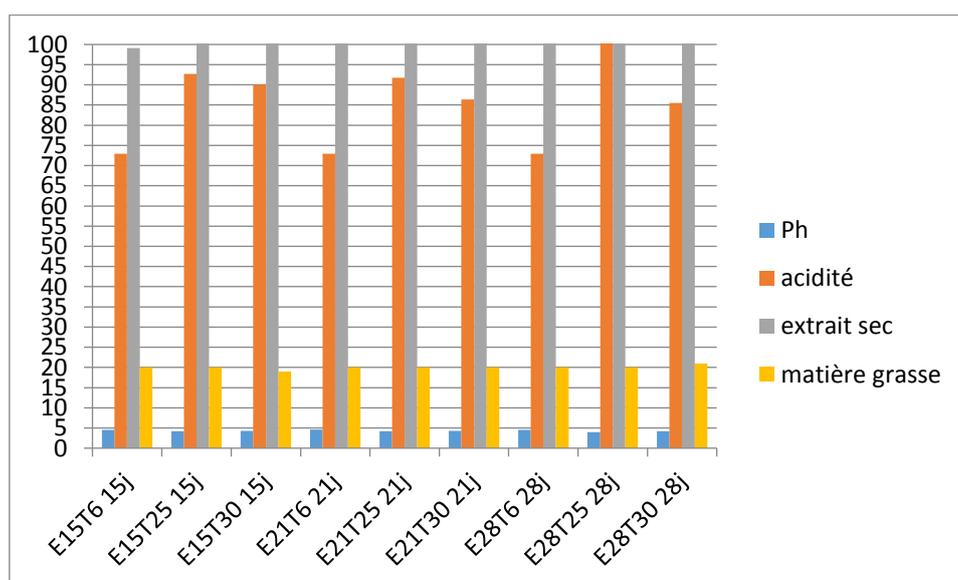


Figure07 :Histogramme qui représente des résultats d'analyses physico-chimiques

de Lben emballé en sachet

Interprétation : l'histogramme obtenu montre les résultats d'analyses physico-chimiques d'un lait fermenté emballé en sachet, sachant que la teneur en extrait sec, matière grasse, le pH est stable presque dans le 15 jour jusqu'à DLC de ce produit, on peut dire que :

La teneur en extrait sec, qui représente la quantité totale de solides dans le lait, est importante pour déterminer la densité et la consistance du Lben. Une teneur en extrait sec élevée peut conduire à un produit plus épais, tandis qu'une teneur plus faible peut le rendre plus liquide. Il est crucial de maintenir cette teneur de manière stable pour assurer une expérience sensorielle cohérente pour les consommateurs. **Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007).**

- De plus, la teneur en matière grasse joue un rôle clé dans la texture, le goût et l'onctuosité du Lben. La matière grasse du lait est souvent responsable de la saveur caractéristique des produits laitiers fermentés. Par conséquent, sa stabilité est cruciale pour maintenir la qualité gustative du Lben. La température peut générer une dégradation ou une oxydation de la matière grasse. De plus, les conditions de stockage du Lben peuvent également être critiques. Des variations de température pendant le stockage peuvent affecter la stabilité de la teneur en extrait sec et de matière grasse, ainsi que d'autres caractéristiques du produit. En résumé, la stabilité de la teneur en extrait sec et de matière grasse dans le lait fermenté lben est essentielle pour garantir la qualité et la cohérence du produit. Les facteurs internes, tels que les caractéristiques génétiques du lait **Chandan, R. C., & Kilara, A. (2015)**
- La stabilité de pH, sachant que la température avait une influence significative sur la stabilité du pH du Lben. À des températures plus élevées, le pH avait tendance à diminuer plus rapidement par rapport aux échantillons conservés à des températures plus basses. L'activité des bactéries lactiques responsables de la fermentation peut être plus rapide à des températures plus élevées, ce qui peut entraîner une acidification plus rapide du produit. **Tamime, A. Y., & Deeth, H. C. (2016).** La variabilité de l'acidité qui joue un rôle clé dans la qualité et la sécurité alimentaire de ce produit. Les variations de l'acidité peuvent avoir des conséquences sur le goût, la texture du Lben. L'acidité est principalement due à la fermentation lactique, où les bactéries lactiques convertissent le lactose en acide lactique. Cette acidité est essentielle pour la préservation du Lben et une inhibition de la croissance bactérienne. Cependant, la variabilité de cette acidité peut influencer la qualité et la durée de conservation du produit. Les souches bactériennes utilisées pour la fermentation peuvent avoir des taux de conversion du

lactose en acide lactique différents, ce qui peut entraîner des variations d'acidité d'un lot à l'autre. La température et la durée de fermentation. Ces paramètres peuvent influencer l'activité des bactéries lactiques et donc l'acidité finale du produit. Une température ou une durée de fermentation inappropriée peut conduire à une acidité insuffisante ou excessive. De plus, des facteurs liés à la matière première, tels que la composition chimique du lait utilisé, peut également contribuer à la variabilité de l'acidité. Par exemple, la concentration initiale en lactose dans le lait peut varier en fonction de la race de l'animal, de son alimentation et de la période de lactation.

B- Résultats du Lben emballé en verre

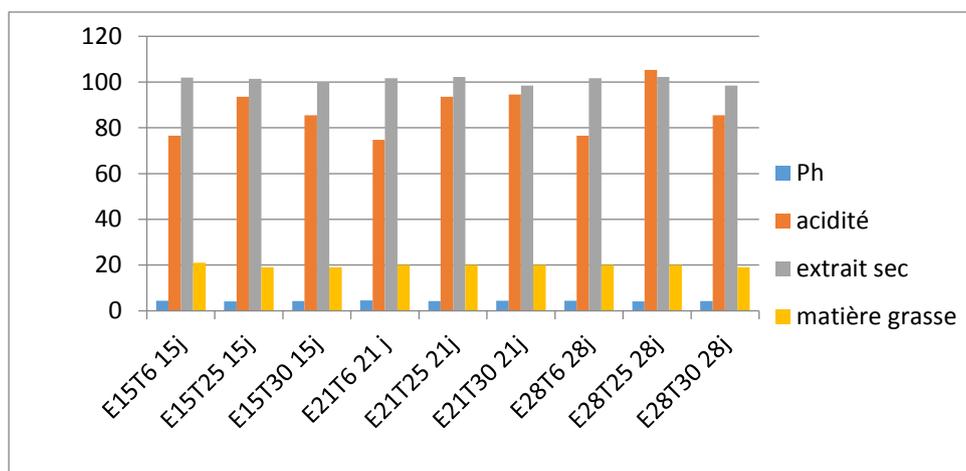


Figure 08 : Histogramme des analyses physico-chimique d'un Lben emballé en flacon en verre

On remarque que la teneur de l'acidité est variable de 15 jours jusqu'à DLC de ce produit et à différente température, par rapport à l'extrait sec, la matière grasse et le pH sont stable, cela explique que :

- La teneur en extrait sec du lait fermenté est un paramètre crucial pour évaluer la densité et la consistance du Lben, car elle représente la quantité totale de solides présents. Un taux élevé d'extrait sec peut conduire à une texture plus épaisse, tandis qu'une teneur plus faible peut rendre le produit plus liquide. Pour offrir une expérience sensorielle cohérente aux consommateurs, il est essentiel de maintenir une teneur en extrait sec stable (Azarnia, Jafari, & Mahdavi, 2019).
- Le stockage du Lben peut également avoir un impact critique sur sa stabilité. Des variations de température pendant le stockage peuvent affecter la teneur en extrait sec et en matière grasse, ainsi que d'autres caractéristiques du produit (Mousavi et al., 2019). Ainsi, il est essentiel de stocker le Lben dans des conditions appropriées, en

évitant les variations de température excessives, pour préserver la qualité et la stabilité du produit.

- D'autres facteurs internes jouent également un rôle dans la stabilité de la teneur en extrait sec et en matière grasse du Lben. Les caractéristiques génétiques du lait utilisé, notamment la composition en acides gras des animaux producteurs de lait, ainsi que les souches de bactéries lactiques utilisées lors de la fermentation, peuvent influencer ces paramètres (**El Adab & Faid, 2017**).
- La stabilité du pH du Lben est également affectée par la température de stockage (**Sdiri et al., 2018**). À des températures plus élevées, le pH a tendance à diminuer plus rapidement en raison d'une activité plus rapide des bactéries lactiques responsables de la fermentation.
- La variabilité de l'acidité du Lben joue un rôle crucial dans sa qualité et sa sécurité alimentaire. Cette acidité, principalement générée par la fermentation lactique, est essentielle pour la conservation du Lben et pour inhiber la croissance bactérienne indésirable (**Özer & Kirmaci, 2018**). Cependant, des paramètres de fermentation inappropriés, tels que les souches bactériennes utilisées, la température et la durée de fermentation, peuvent entraîner des variations d'acidité entre les lots et affecter la qualité et la durée de conservation du produit (**El Adab & Faid, 2017**).
- En outre, des facteurs liés à la matière première, tels que la composition chimique du lait utilisé, peut également contribuer à la variabilité de l'acidité du Lben (**Guizani et al., 2017**). Par exemple, la concentration initiale en lactose dans le lait peut varier en fonction de la race de l'animal, de son alimentation et de la période de lactation.

En conclusion, les résultats de notre étude ont démontré qu'il n'y avait pas de différence significative entre le conditionnement du lait fermenté dans un flacon en verre et dans un sachet. Par conséquent, de nombreuses entreprises optent pour l'utilisation de PE (polyéthylène) pour le conditionnement du Lben, car il s'avère être une option moins coûteuse.

V- Résultats d'infrarouge (FTIR)

V-1- Résultats d'infrarouge (FTIR) du lait fermenté

Les résultats de la FTIR du lait fermenté (Lben) sont représentés dans la figure suivante :

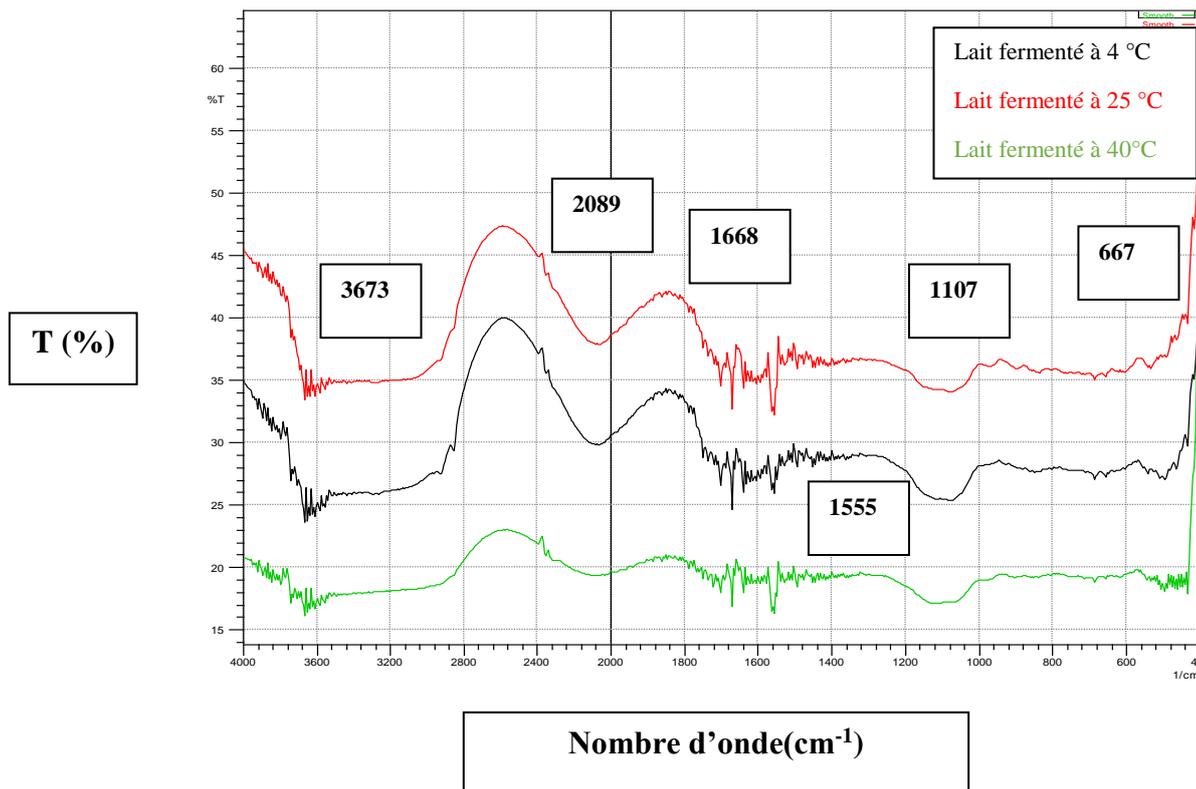


Figure 09 : Spectre des échantillons de laits fermentés en différentes conditions en transmission.

- On a observé qu'il n'y a pas de différence significative dans les spectres du lait fermenté. Cela suggère que les propriétés physico-chimiques du lait, telles que sa composition moléculaire, demeurent relativement stables malgré le processus de fermentation. Les modifications causées par l'action des bactéries lactiques pendant la fermentation (Kumar et al., 2012; Dima et al., 2018), telles que la conversion du lactose en acide lactique, ainsi que la production d'enzymes, semblent ne pas avoir d'impact majeur sur les caractéristiques détectables par la spectroscopie FTIR.
- La bande à 3673 cm⁻¹ est attribuée aux liaisons O-H de l'eau présente dans le lait. **El-Kadi, (2010).**
- La bande à 2089 cm⁻¹ correspond aux liaisons C=O (carbonyle) et O-H (hydroxyle) de l'acide carbonique. **El-Kadi, (2010).**
- La bande à 1668 cm⁻¹ est associée aux liaisons C=O (carbonyle) et N-H (amine) des acides aminés présents dans le lait. **El-Kadi, (2010).**
- La bande à 1555 cm⁻¹ est liée aux liaisons N-H (amine) et C-N (amide) des acides aminés du lait. **El-Kadi, (2010).**
- La bande à 1107 cm⁻¹ est attribuée aux liaisons C-O-C (éther) du lactose, un sucre présent dans le lait. **El-Kadi, (2010).**

- Enfin, la bande à 667 cm^{-1} est associée à la déformation des liaisons CH₂ (méthylène) des acides gras contenus dans le lait. **El-Kadi, (2010)**.

Ces informations sur les liaisons spécifiques présentes dans chaque bande FTIR du lait permettent une meilleure compréhension des composants et des interactions moléculaires dans le lait à différentes températures. Le tableau ci-dessous représente l'identification et l'intensité de chaque position des bandes.

Tableau XVI : Position, identification et intensité des bandes caractéristiques observées par IR sur les échantillons de lait fermenté.

Position des bandes	Espèces identifiées	Acides correspondants	Intensités		
			4°C	25°C	40°C
3673	Liaisons O-H (eau)	-	Bande Faible	Bande Faible	Bande très Faible
2089	Bande CO ₂ Liaisons C=O, O-H	Acide carbonique	Bande Forte large	Bande Forte large	Bande Faible large
1668	Bande amide I Liaisons C=O, N-H	Acides aminés	Bande Moyenne	Bande Moyenne	Bande Moyenne
1555	Bande amide II Liaisons N-H, C-N	Acides aminés	Bande Moyenne	Bande Moyenne	Bande Moyenne
1107	Liaisons C-O-C	Lactose	absence	Bande moyenne	Absence
667	Déformation CH ₂ Liaisons CH ₂	Acides gras	Bande Moyenne large	Bande Forte large	Bande Forte large

Il est intéressant de noter que les intensités des bandes peuvent varier en fonction de la température. Par exemple, la bande à 3673 cm^{-1} , attribuée aux liaisons O-H de l'eau, montre une intensité faible à toutes les températures. La bande à 2089 cm^{-1} , correspondant à la bande CO₂ de l'acide carbonique, présente une intensité forte et large à 4°C et 25°C, mais une intensité faible et large à 40°C.

La présence des bandes amide I et amide II, associées aux acides aminés, est également détectée à toutes les températures avec une intensité moyenne. La bande à 1107 cm^{-1} , correspondant aux liaisons C-O-C du lactose, est présente avec une intensité moyenne à 25°C.

Enfin, la bande à 667 cm^{-1} , liée à la déformation des groupes CH_2 des acides gras, montre une intensité moyenne à large à 4°C et 25°C , et une intensité forte à large à 40°C .

Ces résultats soulignent l'influence de la température sur les bandes FTIR du lait, ce qui peut être utile pour étudier les changements physico-chimiques du lait lors des processus de conservation et de transformation.

V-2- Résultats d'infrarouge (FTIR) d'emballage du Lben en polyéthylène (PE)

Les résultats de la FTIR d'emballage du Lben en PE sont représentés dans la figure suivante :

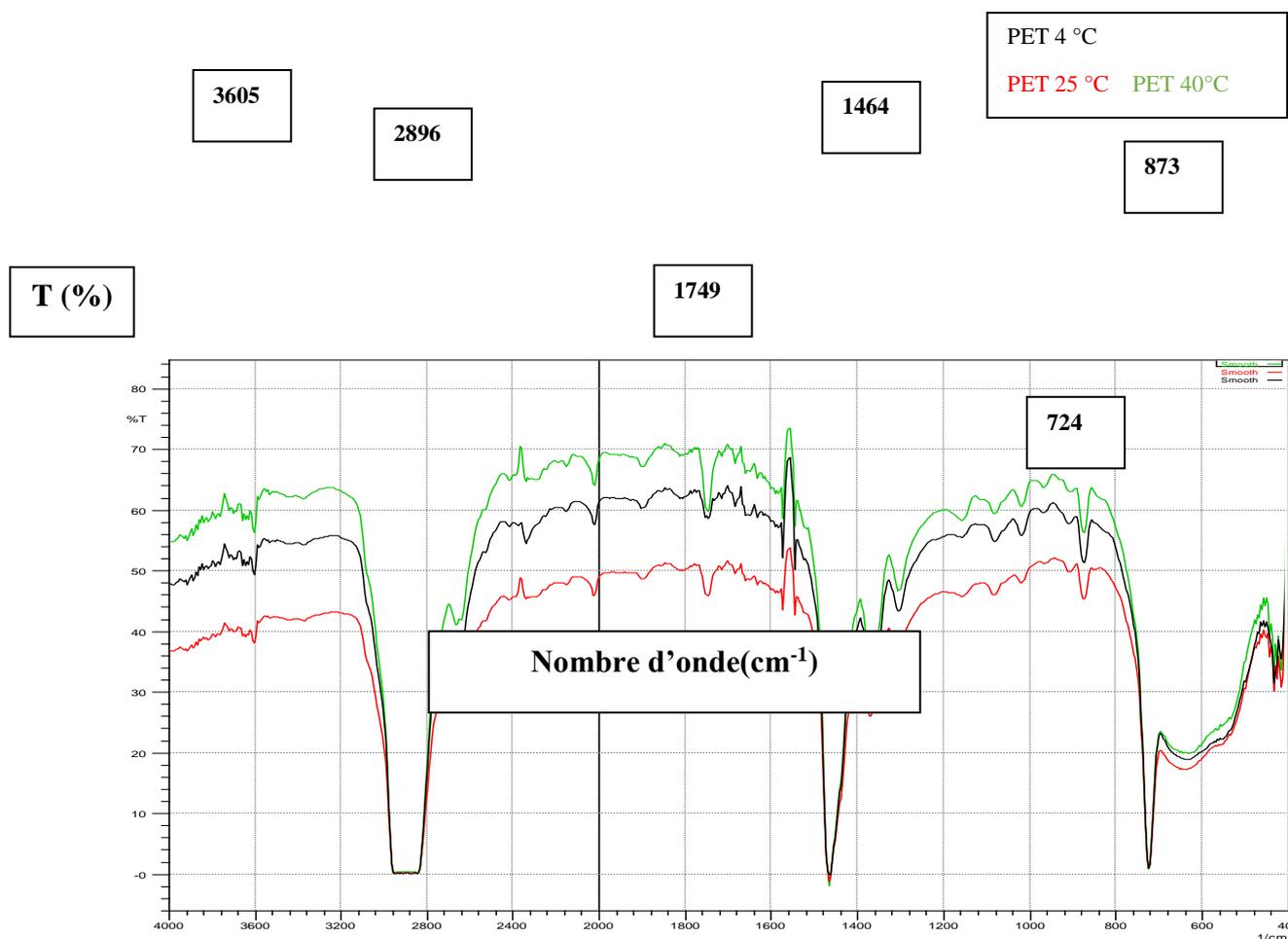


Figure 10 : Spectre des échantillons du PET en différentes conditions en transmission.

Nous avons analysé les bandes FTIR du PE à différentes températures (4°C , 25°C , 40°C) et identifié les espèces correspondantes ainsi que les intensités associées comme suit :

- Bande à 3605 cm^{-1} : Cette bande correspond aux groupes hydroxyle OH, présents dans les acides carboxyliques et les groupes hydroxyle. Les intensités sont faibles à toutes les températures, ce qui suggère une faible concentration de ces groupes dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 2896 cm^{-1} : Cette bande est associée aux groupes alkyle CH, présents notamment dans les acides gras et les groupes alkyle. Les intensités sont fortes, larges et profondes à toutes les températures, indiquant une concentration élevée de ces groupes dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 2021 cm^{-1} : Cette bande correspond aux liaisons C=C des acides gras insaturés. Les intensités sont faibles à toutes les températures, suggérant une faible présence de ces acides gras insaturés dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 1897 cm^{-1} : Cette bande est associée aux liaisons esters C=O des acides carboxyliques. Les intensités sont très faibles à toutes les températures, indiquant une faible concentration de ces acides dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 1749 cm^{-1} : Cette bande est également associée aux liaisons esters C=O des acides carboxyliques. Les intensités sont de moyennes à faibles à toutes les températures, suggérant une concentration modérée à faible de ces acides dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 1464 cm^{-1} : Cette bande correspond aux groupes alkylène CH₂ des acides gras. Les intensités sont fortes, fines et profondes à toutes les températures, indiquant une concentration élevée de ces groupes dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 1370 cm^{-1} : Cette bande est associée aux groupes méthyle CH₃ des acides gras. Les intensités sont moyennes à toutes les températures, suggérant une concentration modérée de ces groupes dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 1302 cm^{-1} : Cette bande correspond à la liaison C-N des polyesters. Les intensités sont faibles à toutes les températures, indiquant une faible concentration de polyesters dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 1017 cm^{-1} : Cette bande est associée à la liaison C-O des polyesters et des esters. Les intensités sont très faibles à toutes les températures, suggérant une faible présence de ces liaisons dans le polyéthylène (PE).

- Bande à 873 cm^{-1} : Cette bande correspond aux liaisons C-H des acides gras. Les intensités sont moyennes à toutes les températures, indiquant une concentration modérée de ces liaisons dans le polyéthylène (PE).
- Bande à 724 cm^{-1} : Cette bande est associée aux liaisons C-Cl du chlorure de polyéthylène téréphtalate. Les intensités sont fortes à toutes les températures, suggérant une concentration élevée de ces liaisons dans le polyéthylène (PE).

Le tableau ci-dessous représente l'identification et l'intensité des bandes caractéristiques observées par IR sur les échantillons du polyéthylène (PE).

Tableau XVII : position et identification et intensité des bandes caractéristiques observées par IR sur les échantillons du PE.

Position des bandes	Espèces identifiées	Acides correspondants	Intensités		
			4°C	25°C	40°C
3605	Groupes hydroxyle OH	Acides carboxyliques, groupes hydroxyle	Bande Faible	Bande Faible	Bande faible
2896	Groupes alkyle CH	Acides gras, groupes alkyle	Bande Forte large profond	Bande Forte large profond	Bande Forte large profond
2021	C=C	Acides gras insaturés	Bande Faible	Bande Faible	Bande Faible
1897	Liaisons esters C=O	Acides carboxyliques	Bande très faible	Bande très faible	Bande très faible
1749	Liaisons esters C=O	Acides carboxyliques,	Bande Moyenne	Bande Faible	Bande Faible
1464	Groupes alkylène CH ₂	Acides gras	Bande forte fine profond	Bande forte fine profond	Bande forte fine profond
1370	Groupes méthyle CH ₃	Acides gras	Bande Moyenne	Bande Moyenne	Bande Moyenne
1302	C-N	Polyesters	Bande Faible	Bande Faible	Bande Faible
1017	C-O	Polyesters, esters	Bande Très faible	Bande Très faible	Bande Très faible
873	C-H	Acides gras	Bande Moyenne	Bande Moyenne	Bande Moyenne

724	C-Cl	Chlorure de polyéthylène	Bande Forte	Bande Forte	Bande Forte
-----	------	--------------------------	-------------	-------------	-------------

- L'analyse FTIR du PE a révélé plusieurs bandes caractéristiques correspondant à des groupes fonctionnels spécifiques présents dans le matériau. La présence de bandes correspondant aux groupes hydroxyle OH, aux groupes alkyle CH, aux liaisons C=C des acides gras insaturés, aux liaisons esters C=O des acides carboxyliques, aux groupes alkylène CH₂ des acides gras, aux groupes méthyle CH₃ des acides gras, aux liaisons C-N des polyesters, aux liaisons C-O des polyesters et esters, aux liaisons C-H des acides gras, et aux liaisons C-Cl du chlorure de polyéthylène téréphtalate est indicative de la composition chimique du PE.
- Ces résultats suggèrent que le PE est principalement constitué de chaînes polymériques contenant des groupes fonctionnels tels que les groupes alkyles, ester, hydroxyle, méthyle et chlorure. Ces groupes fonctionnels confèrent au PE ses propriétés spécifiques, telles que sa résistance mécanique, sa rigidité et sa résistance chimique.
- L'intensité des bandes FTIR peut également fournir des informations sur la quantité de ces groupes fonctionnels présents dans le matériau. Les bandes présentant une intensité forte, large et profonde, telles que les bandes correspondant aux groupes alkyle CH et aux groupes alkylène CH₂, suggèrent une présence significative de ces groupes dans le PE.
- Ces résultats confirment la composition chimique caractéristique du PE et démontrent la capacité de l'analyse FTIR à identifier et à caractériser les matériaux polymériques tels que le PE.

En conclusion, l'analyse FTIR permet de caractériser la composition chimique du PE en identifiant les groupes fonctionnels spécifiques présents dans le matériau. Ces résultats sont essentiels pour évaluer les propriétés et les applications du PE dans différents domaines tels que l'emballage, l'industrie textile et l'ingénierie des polymères.

On peut conclure qu'il y a une migration des groupes hydroxyle (OH) et des groupes méthyle (CH) peuvent se produire lorsqu'il y a une interaction entre les composés présents dans le lait fermenté et le matériau d'emballage en polyéthylène (PE).

1. **Migration des groupes hydroxyle (OH)** : Les groupes hydroxyle sont présents dans les composés du lait fermenté tels que les glucides, les protéines et les lipides. Lorsqu'ils entrent en contact avec le matériau en PE, il peut y avoir une migration des groupes OH à travers la structure du matériau. **Solomons et al., (2016)**.

La migration des groupes OH peut être favorisée par des facteurs tels que la chaleur, l'humidité, le pH acide du lait fermenté et la présence d'autres composés chimiques. Les groupes OH peuvent interagir avec les molécules du PE, provoquant leur libération du lait et leur migration vers le matériau d'emballage. **March, (2007)**.

Cela peut avoir des implications sur la qualité du lait fermenté, car les groupes OH peuvent réagir avec les composés du PE, altérant potentiellement les propriétés organoleptiques et la sécurité du produit. Il est donc important de choisir des matériaux de PE appropriés et de réaliser des études de migration pour évaluer les niveaux de migration des groupes OH. **Clayden et al., (2012)**.

2. **Migration des groupes méthyle (CH)** : Les groupes méthyle sont présents dans de nombreux composés organiques présents dans le lait fermenté, tels que les acides gras, les stérols et les composés aromatiques. La migration des groupes CH peut également se produire lorsque ces composés entrent en contact avec le matériau en PE **March, (2007)**.

Cependant, la migration des groupes CH est généralement considérée comme moins préoccupante que celle des groupes OH, car elle est souvent associée à des composés non réactifs. Les groupes CH sont souvent présents dans les composés qui ne subissent pas de réactions chimiques importantes avec le PE.

Néanmoins, des études de migration spécifiques doivent être réalisées pour évaluer la migration des groupes CH et pour garantir la sécurité et la qualité du lait fermenté emballé dans du PE.

Enfin, la migration des groupes hydroxyle (OH) et des groupes méthyle (CH) peut se produire lorsqu'il y a une interaction entre les composés du lait fermenté et le matériau d'emballage en PE. La migration des groupes OH est souvent d'une plus grande préoccupation en raison de son potentiel de réactivité chimique **Clayden et al., (2012)** Il est essentiel de prendre des mesures appropriées pour minimiser ces migrations et garantir la sécurité alimentaire et la qualité des produits laitiers fermentés emballés dans du PE.

Conclusion

Conclusion

Grâce à notre stage au sein de l'entreprise TCHIN-lait, nous avons pu concrétiser les connaissances théoriques que nous avons acquises tout au long de notre cursus universitaire. Durant la période de notre stage, nous avons eu l'opportunité de découvrir l'industrie laitière et d'observer les technologies modernes utilisées pour la fabrication de produits de haute qualité, dans le strict respect des normes d'hygiène. Ce travail nous a permis de développer nos connaissances et de les enrichir, grâce à la contribution du personnel administratif et du laboratoire de l'entreprise. Nous avons bénéficié d'un soutien logistique complet et avons pu accéder à tous les niveaux de l'entreprise, rendant cette expérience très enrichissante.

Au cours de notre stage, nous avons effectué des analyses des paramètres physico-chimiques du lait et de l'ben produits par TCHIN-LAIT. Nous nous sommes également penchés sur l'étude des matières premières utilisées dans leur fabrication, ainsi que sur les produits finis tels que le lait pasteurisé et l'ben.

Les analyses physico-chimiques réalisées sur la matière première, tout au long du processus de production, ainsi que sur les produits finis, ont démontré que tous les points critiques ont été gérés de manière satisfaisante. Les résultats obtenus confirment que le lait et l'ben produits par l'entreprise TCHIN-LAIT sont de bonne qualité sur les plans de la stabilité et de l'hygiène.

Durant notre stage chez TCHIN-lait nous a permis de prendre conscience de l'importance de l'interaction du produit avec l'emballage dans l'industrie laitière. Nous avons apprécié de voir les efforts déployés par l'entreprise pour garantir une compatibilité optimale entre le produit et l'emballage, assurant ainsi la préservation de la qualité et de la sécurité des produits laitiers. Cette expérience nous a donné une perspective approfondie sur les enjeux de l'emballage dans l'industrie alimentaire et renforcé notre engagement envers la qualité des produits dans notre future carrière professionnelle.

Étant un produit largement consommé, le lait doit être préservé de toute altération pouvant avoir des conséquences néfastes pour le consommateur. Ainsi, il est crucial de procéder à toutes les étapes analytiques nécessaires avant sa mise sur le marché, afin d'assurer sa qualité.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **ALIAS, C.** Science du lait principe des techniques litières. 3^{ème} édition. Paris. .1975.
- **AUDIGIE CL, FIGARELLA J, ZONZAIN F, 1984** : manipulation d'analyse biochimique. Edition DOIN, Paris 264 p.
- **Azarnia, S., Jafari, S. M., & Mahdavi, S. A. (2019).** Effect of process parameters on physicochemical and rheological properties of Lben: A traditional fermented milk. *LWT*, 100, 279-287.
- **B. (2016).** *Plastics Packaging : Properties, Processing, Applications, and Regulations.* William Andrew.
- **Biron, M. (2015).** *Polymer Aging: Stabilizers and Surfactants.* John Wiley & Sons
- **Champagne, C. P., Fustier, P. (2018).** *Fermented Foods and Beverages in Human Health and Disease Prevention.* Academic Press.
- **Chandan, R. C., & Kilara, A. (2015).** *Dairy Processing and Quality Assurance (2nd ed.).* Wiley-Blackwell. (ISBN : 978-1118466751)
- **Clayden, J., Greeves, N., Warren, S., & Wothers, P. (2012).** *Organic Chemistry (2nd ed.).* Oxford University Press.
- **Clermont, P. (1987).** *Le livre de fabrication de produits laitiers.* Presses agronomiques de Gembloux.
- **El Adab, S., & Faid, M. (2017).** Review on the functional properties, technological aspects and microbiological activity of Lben and its derivatives. *International Journal of Advanced Research*, 5(1), 1968-1984.
- **FAO/OMS. (2001).** *Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria.* Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report.
- **Farnworth, E. R. (2008).** *Handbook of Fermented Functional Foods (2nd ed.).* CRC Press.
- **Fernández, M. F., Requena, T., Díaz-Castro, J., Díaz-Castro, J., Montilla, A., Corzo-Martínez, M., Montilla, A., Requena, T., Peláez, C., Peláez, C. (2021).** Lactic Acid Bacteria as a Tool for Controlling Pathogenic Bacteria in Food. *Foods*, 10(3), 489.
- **Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M., & Guinee, T. P. (2017).** *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology.*
- **Göktepe, F., & Balköse, D. (2012).** Properties and applications of polyethylene terephthalate (PET) for food and beverage packaging: A review. *Journal of food engineering*, 109(4), 487-493.

- **Guizani, N., Al-Ruzeiki, M., Zidi, F., Al-Balushi, A., Al-Oufi, H., & Kazem, A. (2017).** The physicochemical, microbiological, and sensory properties of Lben in Oman. *Food Science & Nutrition*, 5(4), 707-714.
- **Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014).** *Multivariate Data Analysis (7th Edition)*. Pearson Education.
- **Huang, Y., Li, L., Zhang, L., Zhang, H., Wang, Y., Zhang, H. (2020).** Effects of Probiotic Fermented Milk on Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Advances in Nutrition*, 11(6), 1551-1562.
- **Jackson, D. A. (1993).** Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74(8), 2204-2214.
- **Karaosmanoglu, E., & Kaya, S. (2013).** An overview of packaging material and environmental concerns. *International Journal of Environmental Science and Development*, 4(4), 415-418.
- **La montagne, M. (2002).** *Plan HACCP pour les industries alimentaires*. Éditions MultiMondes.
- **LUQUET, F.M., 1985.** Les produits laitiers, transformation, transformation et technologie. Ed. Technique et Documentation Lavoisier. Tome 2, 633p.
- **March, J. (2007).** *Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure (6th ed.)*. Wiley.
- **Mousavi, Z. E., Mousavi, S. M., Razavi, M. A., & Mortazavian, A. M. (2019).** A comprehensive review of the composition and quality of Lben, a traditional fermented milk. *Food Reviews International*, 35(7), 667-684.
- **M. S. Silverstein, "Mechanism of Thermal Oxidative Degradation of Polyethylene,"** *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, vol. 5, no. 12, pp. 3009-3024, 1967.
- **Najar, T., Salah, R. B., El Amraoui, B., Trabelsi, I., Ayadi, M. A., & Attia, H. (2018).** Infrared spectroscopy as a tool for measuring the composition of traditional Tunisian buttermilk (lben). *Journal of Food Quality*, 2018.
- **Özer, B., & Kirmaci, H. A. (2018).** Functional and technological properties of Lben and potential applications in food industry: A review. *Journal of Food Science and Engineering*, 8(4), 201-212.
- **PERREAU, M.J.** *Conduire son troupeau de vaches laitières*. Editeur : ÉDITIONS FRANCE AGRICOLE Collection : Produire mieux. Paris .2014.
- **POUGHEON, S et GOURSAUD, J.** *Le lait caractéristique physicochimiques* In DEBRY G., *Lait, nutrition et santé*, Tec et Doc, Paris. 2001
- **QUIGLEY et al.** The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiol. Rev.*, 37. 2013.

Références bibliographiques

- **Sdiri, S., Zinedine, A., Ferchichi, M., Smaoui, S., & Khorchani, T. (2018).** Physicochemical, microbiological, and safety characteristics of traditional Tunisian Lben. *Journal of Food Safety*, 38(1), e12420.
- **Settachaimongkon, S., Nout, M. J. R., Antunes Fernandes, E. C. (2021).** *Fermented Foods and Beverages in Nutrition*. Academic Press.
- **Smaoui, S., Elleuch, L., & Ben Salem, R. (2015).** Traditional fermented foods and beverages from a microbiological and nutritional perspective: the case of Tunisia. *International journal of food science*, 2015.
- **Solomons, T.W.G., Fryhle, C.B., & Snyder, S.A. (2016).** *Organic Chemistry* (12th ed.). Wiley.
- **Sosnowski, T. R. (2017).** Glass Packaging. In *Packaging for Nonthermal Processing of Food* (pp. 111-122). Springer, Cham.
- **Stepaniak, L., Osek, J. (2021).** Physicochemical and Microbiological Quality of Traditional Dairy Products. In: *Dairy in Human Health and Disease Across the Lifespan*. Elsevier.
- **Tamime, A. Y., & Deeth, H. C. (2016).** *Dairy Science and Technology Handbook*. Wiley-Blackwell.
- **Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007).** *Yoghurt Science and Technology* (3rd ed.). CRC Press. (ISBN : 978-0849392095)
- **Tamime, A. Y., & Deeth, H. C. (2016).** *Yoghurt : Science and Technology* (2nd ed.). CRC Press. (ISBN : 978-1498744280)
- **Vinderola, G., Ouwehand, A., Salminen, S., von Wright, A. (2019).** *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*. CRC Press.
- **Wang, J., Li, J., Yu, Y., Zhang, Z., Zhao, Y., Jia, S., Ma, J., Zhang, C. (2022).** Comparative genomic and metabolic analysis of *Lactobacillus plantarum* strains with different temperature tolerance. *Food Research International*, 153, 113756.

Annexes

Annexe

Annexe I :Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (CEPIL, 1987).

Constantes	Moyennes	Valeurs extrêmes
Energie		
(kcal/litre)	701	587-876
(KJ/litre)	2 930	2 454-3 662
Densité du lait entier à 20 °C	1,031	1,028-1,033
Densité du lait écrémé	-	1,036
Densité de la matière grasse	-	0,94-0,96
pH à 20°C	6,6	6,6-6,8
Acidité titrable (°Doronic) a	16	15-17
Point de congélation (°C)	-	-0,520-0,550
Chaleur spécifique du lait entier à 1 5 °C	0,940	-
Chaleur spécifique du lait écrémé à 1 5 °C	0,945	-
Tension superficielle du lait entier à 1 5 °C (dynes/cm)	50	47-53
Tension superficielle du lait écrémé à 1 5 °C (dynes/cm)	55	52-57
Viscosité du lait entier à 20 °C (centipoises)	2,2	-
Viscosité du lait entier à 25 °C (centipoises)	1,8	1,6-2,1
Viscosité du lait écrémé à 20 °C (centipoises)	1,9	-
Conductivité électrique à 25°C (siemens) b	45×10^{-4}	$40 - 50 \times 10^{-4}$
Point d'ébullition (°C)	-	100,17- 100,15
Potentiel d'oxydoréduction	0,25 V	+0,20-+30
Point de fusion des graisses (°C)	36	26-42

Annexe

Annexe : Avantages et inconvénients d'un emballage utilisé pour lben

	Emballage en verre	Emballage en plastique
Avantages	<p>Le verre est une barrière pour l'aliment. Il ne laisse pas passer les odeurs et les arômes donc les qualités organoleptiques de l'aliment ne sont pas modifiées. Il est imperméable aux gaz et résiste aux pressions internes élevées ce qui permet de l'utiliser pour emballer des boissons telles que le champagne, le cidre, la bière etc.</p> <p>De plus, ce matériau ne peut pas fixer les bactéries et se nettoie très bien.</p> <p>Le verre laisse passer les micro-ondes, on peut donc utiliser les ustensiles en verre dans un four classique ou dans un four à micro-ondes.</p> <p>Dès leur conception, les emballages en verre sont prévus pour résister :</p> <p>- à l'écrasement vertical, que ce soit lors de la palettisation (il est courant de stoker les palettes sur trois hauteurs) ou lors des opérations de bouchage ;</p>	<p>Inimaginable de concevoir un monde sans plastique. Cette matière fabriquée à partir des dérivés du pétrole a littéralement envahi notre quotidien.</p> <p>- Son poids, plus léger que le verre, c'est un atout majeur dans la fabrication de bouteilles. - Sa solidité et sa robustesse à toute épreuve permettant de l'utiliser pour les articles ménagers, comme les célèbres boîtes passant du congélateur au micro-ondes, puis au lave-vaisselle sans problème. - Son coût, plus abordable que le bois ou le métal (jouets, robots ménagers, automobiles). - Sa durée de vie est longue, car on l'utilise et on le réutilise - Sa polyvalence, du banal sac en plastique supportant une dizaine de kilos jusqu'au biberon de bébé incassable n'est plus à prouver. - Sa modernité, dont l'exemple le plus flagrant est le téléphone portable. - Son côté pratique (exemple du film alimentaire).</p>

Annexe

Inconvénients	le coût d'achat est élevé et il est cassables ce qui rend son transport un peu délicat.	Sa durée de vie qui est un avantage et aussi un inconvénient pour les générations futures qui subiront l'impact des emballages en plastique sur l'environnement. - Ses composants chimiques sont décriés en ce moment. Le bisphénol A est au centre de toutes les discussions scientifiques au sujet de sa toxicité. - L'augmentation de certains cancers qui seraient dus aux particules de plastique se dégradant avec le temps. C'est pourquoi il faut éviter de réutiliser des bouteilles plastiques. - Les sacs d'emballage aux caisses des super marchés sont proscrits et remplacés par des emballages papier pour préserver la nature. - Un problème se posera bientôt : sans pétrole, pas de plastique. Or, cette énergie fossile est appelée à disparaître.
---------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Résumé

Cette étude vise à analyser les caractéristiques physico-chimiques (pH, Acidité, matière grasse et extrait sec, infrarouge) du lait de vache, lait demi écrémé et lait fermenté (lben) au sein de l'entreprise TCHIN-LAIT où on a effectué notre stage pratique. Les analyses effectuées sur le produit fini dans deux emballages différents (verre et plastique (pe)) dans différente température ont démontré qu'il existe aucune différence significative entre produit emballé en verre et en plastique, et donc c'est le cas qui permet au entreprises de choisir l'emballage en plastique (polyéthylène) car il assure une bonne qualité au produit, il est moins couteux. De plus on a déterminé qu'il existe une corrélation entre certains paramètres physico-chimiques, tandis que le test d'infrarouge effectué pour le produis fini dans l'emballage en plastique (pe) et pour l'emballage lui-même a différentes températures a mis en évidence qu'il existe une migration entre le produit et l'emballage.

Mots clés : lait fermenté, ben, analyses physico-chimiques, FTIR, ACP, pe

Abstract

This study aims to analyze the physicochemical characteristics (pH, acidity, fat and dry matter content, infrared analysis) of cow's milk, semi-skimmed milk, and fermented milk (lben) at TCHIN-LAIT Company, where our practical internship was conducted. The analyses were performed on the final product packaged in two different containers (glass and plastic (PE)) at different temperatures. The results demonstrated that there was no significant difference between the product packaged in glass and plastic, indicating that plastic packaging (polyethylene) can be chosen by companies as it ensures good product quality and is cost-effective. Furthermore, a correlation between certain physicochemical parameters was determined, while the FTIR analysis conducted on the final product in plastic packaging (PE) and the packaging material itself at different temperatures revealed migration between the product and the packaging.

Keywords: fermented milk, lben, physicochemical analysis, FTIR, PCA, PE.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص الفيزيوكيميائية (الرقم الهيدروجيني، الحموضة، نسبة الدهون والمادة الصلبة المستخلصة، التحليل بالأشعة تحت الحمراء) لحليب البقر وحليب شبه منزوع الدسم والحليب المخمر (البن) في شركة تشين-ليت حيث أجرينا التدريب العملي لنا. تم إجراء التحاليل على المنتج النهائي المعبأ في حاويتين مختلفتين (زجاجيتين وبلاستيكية (PE)) في درجات حرارة مختلفة. أظهرت النتائج عدم وجود فرق معنوي بين المنتج المعبأ في الزجاج والبلاستيك، مما يشير إلى أن التعبئة البلاستيكية (البولي إيثيلين) يمكن اختيارها من قبل الشركات لأنها تضمن جودة جيدة للمنتج وتكلفة منخفضة. علاوة على ذلك، تم تحديد وجود ارتباط بين بعض المعلمات الفيزيوكيميائية، في حين كشف تحليل الأشعة تحت الحمراء المجري على المنتج النهائي في التعبئة البلاستيكية (PE) ومواد التعبئة نفسها في درجات حرارة مختلفة عن وجود هجرة بين المنتج والتعبئة.

الكلمات المفتاحية: الحليب المخمر، البن، التحليل الفيزيوكيميائي، التحليل بالأشعة تحت الحمراء، PCA، PE.