



Département de Technologie chimique
Industrielle

Rapport de stage En vue de l'obtention du
diplôme de Licence professionnelle en :

Génie de la formulation

Thème :

Fabrication et analyse du lait UHT "CANDIA"

Réalisé par :

- Mr SAIDI Gaya

Encadré par :

- Mme MOULHCENE Lamia (encadrant)
- Mr Farouk bouchenoua (tuteur)

MCA/Institut de Technologie, BOUIRA
Chef de laboratoire de Tchén-lait "CANDIA" /Bejia

Soutenu devant le jury :

- Mme AICHOUB Amina (Examinateur)
- Mme MERAKCHI Akila (Président)

MCA/Institut de Technologie, BOUIRA
MCB /Institut de Technologie, BOUIRA

Remerciements

Je rends grâce à Dieu Tout-Puissant et Miséricordieux qui m'a accordé la volonté, la patience et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers mes chers parents qui ont toujours été présents à mes côtés, me prodiguant un soutien inconditionnel et m'offrant un foyer chaleureux.

Je souhaite également adresser mes remerciements les plus sincères à Mme Moulehcene, ma promotrice, d'avoir accepté de superviser ce mémoire et de m'avoir prodigué des conseils, des orientations précieuses et consacré son temps.

Je lui exprime ma reconnaissance sincère. Mes remerciements vont également aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail avec bienveillance.

Je tiens à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Enfin, un grand merci à tous ceux qui m'ont apporté un soutien moral et intellectuel tout au long de ce parcours.

Je suis reconnaissant envers chacune de ces personnes et je leur adresse mes remerciements les plus sincères pour leur précieuse contribution et leur accompagnement durant cette démarche.

Dédicace

Avec un énorme plaisir et une immense joie, que je dédie ce modeste travail

À ma chère grand-mère, qui a illuminé ma vie de sa sagesse et de son amour. Ton soutien indéfectible et tes encouragements ont toujours été une source d'inspiration pour moi. Malgré ton départ, ton héritage de persévérance et de détermination continue de me guider dans mes études. Ce mémoire est dédié à ta mémoire et à l'amour que tu as toujours répandu autour de toi. Tu resteras à jamais dans mon cœur et ton impact positif sur ma vie sera toujours présent.

À mes chers parents, ma mère et mon père, qui ont été les piliers solides de ma vie. Votre amour inconditionnel, votre soutien indéfectible et votre dévouement sans faille ont façonné la personne que je suis aujourd'hui. Vous avez toujours été là pour moi, prêts à me guider, à m'encourager et à me donner les meilleurs conseils. Votre confiance en mes capacités m'a donné la force de poursuivre mes rêves et de surmonter les obstacles. Ce mémoire est une humble expression de ma gratitude et de mon amour pour vous. Vous êtes les modèles de parents les plus aimants et inspirants, et je vous suis éternellement reconnaissant d'avoir été mes guides et mes protecteurs. Merci d'avoir été présents à chaque étape de ma vie et d'avoir fait de moi la personne que je suis aujourd'hui.

À mes chers frères Gulussa, Naravas, Massyl, à ma sœur Soltana Anayis et à mes amis, Votre soutien et votre amitié ont été essentiels tout au long de mon parcours d'études. Merci d'avoir été présents à mes côtés, de m'avoir encouragé et inspiré. Ce mémoire est dédié à vous tous, car vous avez joué un rôle important dans ma réussite.

À mes enseignants, Votre expertise, votre passion pour l'enseignement et votre dévouement ont été une source d'inspiration tout au long de mon parcours académique. Vos connaissances et vos encouragements m'ont guidé et ont contribué à façonner ma formation. Je vous suis reconnaissant pour votre précieux enseignement et je dédie ce mémoire à vous tous. Merci pour votre soutien,

À mes tantes Lamia et Fadila, Votre amour inconditionnel, votre soutien constant et vos encouragements m'ont apporté une grande force et confiance tout au long de ma vie. Votre présence bienveillante a été une source d'inspiration pour moi. Je suis reconnaissant pour tout ce que vous avez fait et je dédie ce mémoire à vous deux.

ET à tous les membres de ma famille, de près et de loin Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

GAYA

Résumé

Ce mémoire présente une étude approfondie sur les différentes étapes et techniques impliquées dans la production de ce type spécifique de lait.

L'objectif principal de cette recherche est de comprendre le processus complet de fabrication, depuis la réception et le stockage de la poudre jusqu'à l'obtention d'un produit final de haute qualité. Le mémoire explore en détail les procédures de pasteurisation, de standardisation de la matière grasse, de refroidissement, de traitement thermique UHT, de conditionnement et de stockage du lait.

Des analyses physico-chimiques sont également effectuées pour évaluer la qualité du produit à différentes étapes du processus. Les résultats obtenus mettent en évidence l'efficacité des différentes étapes de production, garantissant ainsi la stabilité et la durée de conservation du lait UHT Candia. Des aspects importants tels que la sécurité alimentaire, la préservation des qualités nutritionnelles et organoleptiques, ainsi que le respect des normes et réglementations en vigueur sont pris en compte tout au long du processus.

En conclusion, ce mémoire fournit une compréhension approfondie du processus de fabrication du lait UHT Candia, mettant en évidence l'importance des différentes étapes et techniques pour assurer la qualité et la sécurité du produit final. Il constitue une ressource précieuse pour les professionnels de l'industrie laitière et les chercheurs intéressés par ce domaine spécifique.

ملخص

تقدم هذه الأطروحة دراسة متعمقة حول الخطوات والتقنيات المختلفة المستخدمة في إنتاج هذا النوع المحدد من الحليب. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو فهم عملية التصنيع الكاملة، من استلام وتخزين المسحوق إلى الحصول على منتج نهائي عالي الجودة.

تستكشف الأطروحة بالتفصيل إجراءات البسترة، وتوحيد الدهون، والتبريد، والمعالجة الحرارية بالحرارة الفائقة، وتعبئة وتخزين الحليب. يتم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية أيضًا لتقييم جودة المنتج في مراحل مختلفة من العملية.

النتائج التي تم الحصول عليها تسلط الضوء على كفاءة خطوات الإنتاج المختلفة، وبالتالي ضمان استقرار ومدة صلاحية. يتم أخذ جوانب مهمة مثل سلامة الأغذية، والحفاظ على الصفات الغذائية و UHT شبه منزوع الدسم Candia حليب الحسية، وكذلك الامتثال للمعايير واللوائح الحالية في الاعتبار طوال العملية.

Résumé

في الختام، تقدم هذه الأطروحة فهماً عميقاً لعملية تصنيع حليب Candia شبه منزوع الدسم UHT ، مع تسليط الضوء على أهمية الخطوات والتقنيات المختلفة لضمان جودة وسلامة المنتج النهائي. إنه مورد قيم لمحترفي صناعة الألبان والباحثين المهتمين في هذا المجال المحدد.

Abstract

This thesis presents an in-depth study on the different steps and techniques involved in the production of this specific type of milk.

The main objective of this research is to understand the complete manufacturing process, from the reception and storage of raw powder to obtaining a high quality final product. The thesis explores in detail the procedures of pasteurization, fat standardization, cooling, UHT heat treatment, packaging and storage of milk.

Physico-chemical analyzes are also carried out to assess the quality of the product at different stages of the process. The results obtained highlight the efficiency of the different production steps, thus guaranteeing the stability and shelf life of Candia semi-skimmed UHT milk. Important aspects such as food safety, the preservation of nutritional and organoleptic qualities, as well as compliance with current standards and regulations are taken into account throughout the process.

In conclusion, this thesis provides an in-depth understanding of the manufacturing process of Candia semi-skimmed UHT milk, highlighting the importance of the different steps and techniques to ensure the quality and safety of the final product. It is a valuable resource for dairy industry professionals and researchers interested in this specific area.

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale 1

Chapitre I

I.1. Introduction..... 3

I.2. Historique 3

I.3. Situation géographique 3

I.4. Mission, Vision et Valeur de l'entreprise TCHIN-LAIT « CANDIA » 4

 I.4.1. Mission..... 4

 I.4.2. Vision..... 4

 I.4.3. Valeur..... 4

 I.4.3.1. Qualité 5

 I.4.3.2. Durabilité..... 5

 I.4.3.3. Engagement envers les consommateurs..... 5

 I.4.3.3. Responsabilité sociale 5

I.5. Structure organisationnelle et l'organigramme 5

 I.5.1. Organigramme de l'entreprise Tchinq-lait "CANDIA" 6

Chapitre II

II.1. Introduction 7

II.2. Lait cru 7

 II.2.1. Définition 7

 II.2.2. Composition du lait 7

 II.2.2.1 Eau 8

 II.2.2.2 Glucides 8

 II.2.2.3 Matières grasses 8

 II.2.2.4 Protéines..... 9

 II.2.2.5 Caséines 9

 II.2.2.6 Minéraux 9

 II.2.2.7 Constituants mineurs 9

Sommaire

II.2.3. Propriétés physicochimiques	9
II.2.3.1. pH	10
II.2.3.2. Densité	10
II.2.3.3. Acidité titrable	10
II.2.3.4. Extrait sec totale	10
II.2.3.5. Extrait sec dégrisé	10
II.2.3.6. Freezing point dépression	11
II.2.4. Propriétés organoleptiques	11
II.2.4.1. Odeur et saveur	11
II.2.4.2. Couleur	11
II.2.4.3. Gout	11
II.3. le lait UHT	11
II.3.1. Définition	11
II.3.2. Principe du traitement thermique UHT	12
II.3.3. Composition chimique du lait UHT	12
II.3.4. Propriétés du lait UHT demi écrémé	13
II.3.5. Qualité du lait UHT	13
II.3.5.1. Qualité microbiologique	13
II.3.5.2. Qualité nutritionnelle et énergétique	13
II.3.5.3. Qualité organoleptique	14
II.3.6. Les inconvénients et les avantages du traitement U.H.T	14
II.3.6.1. Les inconvénients	14
II.3.6.2. Les avantages	14
II.4. La technologie de fabrication du lait UHT demi écrémé (processus conditionnements et emballage)	15
II.4.1. Process	15
II.4.1.1. Nettoyages	15
II.4.1.2. Reconstitutions	15
II.4.1.3. Back de lancement	15
II.4.1.4. Préchauffage	15
II.4.1.5. Dégazage	15
II.4.1.6. Homogénéisation	16
II.4.1.7. Pasteurisation	16
II.4.1.8. Stérilisation	16
II.4.2. Conditionnement	16

Sommaire

II.4.2.1. Chargeur.....	16
II.4.2.2. Système de dépliage et pousseur	17
II.4.2.3. Activation des fonds	17
II.4.2.4 Pliage des fonds.....	17
II.4.2.5. Presse fonds.....	17
II.4.2.6. Guides de transfert.....	17
II.4.2.7. Poste de pré pliage des sommets	17
II.4.2.8. Zone aseptique.....	17
II.4.2.9. Poste de soudage des sommets.....	17
II.4.2.10. Poste de mis en forme des sommets	18
II.4.2.11. Injecteurs et poste de dépôt.....	18
II.4.2.12. Convoyeur d'évacuation	18
II.4.3. L'emballage	18
II.4.3.1. Bouchonnage.....	18
II.4.3.2. L'encartonnage, Filmeuse	18
II.4.3.3. Palettisation et Filmeuse	19
Chapitre III	
III.1. Introduction	19
III.1.1. Eau du process	19
III.1.2. La poudre.....	19
III.1.3. Lait reconstitué et de produit fini.....	19
III.2. Test organoleptique	19
III.3. Matériels et produits utilisé pour les analyses.....	20
III.4. Analyse physico-chimique	20
III.4.1. Analyse physico-chimique de lait reconstitué et de produit fini	21
III.4.1.1. Le poids	21
III.4.1.2. pH.....	21
III.4.1.3. Teste de peroxyde.....	22
III.4.1.4. La densité.....	22
III.4.1.5. L'acidité titrable	23
III.4.1.6. Taux de la matière grasse (Méthode de GERBER).....	24
III.4.1.7. Extrait sec total (EST)	25
III.4.1.8. L'extrait sec dégraissé (ESD)	25
III.4.1.9. L'indice réfractométrique (Brix).....	26
III.4.1.10. Test de stabilité au phosphate, ou test de "Ramsdell"	26

Sommaire

III.4.1.11. Test de stabilité à l'ébullition (Bain d'huile)	27
III.4.2. Analyse physico-chimique de la poudre	28
III.4.3. Analyse physico-chimique des eaux	28
III.4.3.1. pH.....	28
III.4.3.2. Potentiel Redox	28
III.4.3.3. Conductivité.....	29
III.4.3.4. Cl ₂ libre.....	29
III.4.3.5. La turbidité.....	30
III.4.3.6. Chlorure [Cl ⁻].....	30
III.4.3.7. TH (titre hydrotimétrique)	31
III.4.3.8. Titre alcalimétrique (TA).....	31
III.4.3.9. Titre alcalimétrique complet (TAC).....	32
Chapitre IV	
IV.1. Eau de reconstitution	33
IV.1.1. Le pH.....	33
IV.1.2. La conductivité	34
IV.1.3. Chlorure [Cl ⁻].....	34
IV.1.4. TH (°F).....	34
IV.1.5. TA et TAC (°F).....	34
IV.2. Poudre de lait.....	34
IV.2.1. pH.....	35
IV.2.2. Acidité (°D)	35
IV.2.3. Bain d'huile et Ramsdell	35
IV.2.4. Humidité.....	36
IV.2.5. Test de filtration.....	36
IV.3. Produit fini (lait UHT demi-écrémé).....	36
IV.3.1. Les produits intermédiaires	36
IV.3.2. Le produit fini (lait UHT demi écrémé).....	37
IV.3.2.1. pH.....	37
IV.3.2.2. Peroxyde	38
IV.3.2.3. La Densité.....	38
IV.3.2.4. Acidité	38
IV.3.2.5. Ramsdall	38
IV.3.2.7. L'extrait sec total et dégraissé (EST et ESD).....	38
Conclusion générale	39

Sommaire

Références bibliographiques.....	40
Annexes.....	42



Liste des figures

Figure I. 1 : Situation géographique de l'entreprise Tchén-lait CANDIA.....4
Figure I. 2 : Produits de l'entreprise Tchén-lait "CANDIA"5

Figure III. 1 : Echelle colorimétrique du peroxyde22
Figure III. 2 : densimètre (aéromètre)23
Figure III. 3 : Butyromètre GERBER.....24
Figure III. 4 : dessiccateur infrarouge25
Figure III. 5 : L'appareil Milko Scan FT120.....28

Liste des tableaux

Tableau II. 1 : Constituants majeurs du lait de vache.....8
Tableau II. 2 : Caractéristiques physico- chimiques du lait10
Tableau II. 3 : Composition moyenne des différents types du lait UHT en g/l (Feinberg et al., 1987).....12

Tableau III. 1 : Analyses physicochimique du lait "CANDIA"20
Tableau III. 2 : Matériels et produits utilisé pour les analyses physico-chimique20

Tableau IV. 1 : Résultats d’analyses physico-chimiques de l’eau du process de la laiterie33
Tableau IV. 2 : Résultats des analyses physico-chimiques et du test sensoriel de la poudre de lait (0% et 26% MG)35
Tableau IV. 3 : Résultats d’analyses physico-chimiques des produits intermédiaires "CANDIA"36
Tableau IV. 4 : Résultats d’analyses physico-chimiques du produit fini37

Liste des abréviations

Ac : Acidité

°C : Degré Celsius

°D : Degré Dornic

DLC : Durée Limite de Consommation

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétracétique

ESD : Extrait Sec Dégraissé

EST : Extrait Sec Totale

° F : Degré Français

K : La Conductivité

ml : millilitres

MG : Matière Grasse

N : Normalité

NET : Noir Eriochrome T

OMS : l'Organisation Mondiale de la Santé

PH : Potentielle d'Hydrogène

T : Température

T : Titre Alcalimétrique

TAB Tétrabrick Aseptique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TH : Titre Hydrotimétrique

T : Tank de Reconstitution

TT : Tank Tampon

UHT : Ultra Haute Température

V: Volume.

min :minute

S : Secondes

Introduction générale

Introduction générale

Le lait est l'un des aliments les plus consommés et les plus populaires au monde à cause de ses propriétés nutritionnelles et de sa polyvalence culinaire. Sa production et sa transformation nécessitent des processus complexes pour maintenir sa qualité, sa sécurité alimentaire et sa durée de conservation. Dans ce mémoire, nous nous intéressons plus particulièrement au processus de fabrication du lait UHT (Ultra Haute Température).

Le lait UHT est un type de lait qui a subi un traitement thermique intensif pour éliminer les bactéries et prolonger sa durée de conservation. Il s'agit d'une méthode de pasteurisation dans laquelle le lait est chauffé rapidement pendant une courte période à une température élevée, généralement entre 135 et 150 degrés Celsius, puis refroidi rapidement. L'avantage du lait UHT est qu'il peut être conservé longtemps sans réfrigération, ce qui est pratique et économique pour les consommateurs.

Le processus de fabrication du lait UHT comprend plusieurs étapes cruciales, chaque étape du processus est soigneusement contrôlée pour garantir la qualité du lait final et assurer sa conformité aux normes sanitaires et réglementaires en vigueur.

On a choisi l'entreprise Candia comme sujet de mon mémoire sur fabrication et analyse du lait UHT en raison de la pertinence de ce sujet pour ma spécialité en génie des procédés, plus précisément dans le domaine du génie de la formulation, et à cause de mon projet professionnel qui consiste à développer un produit alimentaire, Candia est réputée pour son expertise dans l'industrie laitière et son engagement envers la qualité de ses produits. Le lait UHT présente un intérêt particulier en raison de sa popularité auprès des consommateurs et de sa durée de conservation prolongée. En étudiant le processus de fabrication spécifique du lait UHT chez Candia, je pourrai approfondir mes connaissances sur les paramètres de formulation, les procédés de pasteurisation à haute température et les contrôles de qualité nécessaires pour garantir la production d'un produit de haute qualité. Ce mémoire me permettra de contribuer à l'optimisation des procédés de fabrication dans le secteur laitier et de mettre en valeur l'importance du génie des procédés dans l'industrie alimentaire.

L'objectif de ce mémoire est de fournir une compréhension approfondie du processus de fabrication du lait UHT, en mettant l'accent sur les aspects techniques, réglementaires et qualitatifs associés à ce mode de production. Nous espérons que cette recherche contribuera à l'amélioration continue des pratiques de production pour fournir aux consommateurs un lait UHT sûr, nutritif et de haute qualité.

Introduction générale

Quels sont les défis spécifiques liés au processus de fabrication du lait UHT chez Candia ? et quelles sont les stratégies et les technologies de formulation et de procédés pouvant être mises en œuvre pour améliorer la qualité, l'efficacité et la durée de conservation du produit final ?

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.1. Introduction

Candia est une entreprise laitière située à Béjaïa, en Algérie. Depuis sa création, Candia s'est imposée comme l'un des principaux producteurs de produits laitiers de haute qualité dans la région, Candia a développé une solide réputation en tant que fournisseur fiable de produits laitiers sains et savoureux, répondant aux besoins des consommateurs algériens. Candia est fière de sa contribution au secteur laitier en Algérie, soutenant l'économie locale et créant des emplois pour la population de la région de Béjaïa. En tant qu'entreprise ancrée dans la communauté, Candia est déterminée à fournir des produits laitiers de qualité tout en favorisant le développement durable et en respectant les normes éthiques et environnementales.

I.2. Historique

Tchin-lait est une société privée de droit algérien, située à l'entrée de la ville de Bejaia elle a été fondée par Mr. Fawzi BERKATI en 1999 emplantée sur l'ancien site de limonadière tchin-tchin, qui été à l'origine une entreprise familiale de production régionale de boisson gazeuse dans les années 1950.

C'est face à l'exploitation des grandes firmes multinationales sur le marché des boissons gazeuses, l'importation des grandes marques de boissons gazeuses en Algérie a créé une importante concurrence que la société a révisé sa stratégie d'où l'idée de reconversion vers le lait UHT qui a donné naissance à Tchin-lait sous label « CANDIA ». Le 18 avril 2001, après elle a signé un contrat de partenariat avec CANDIA France.

L'unité est dotée d'un équipement ultra moderne, de très grande capacité sous la marque CANDIA, l'installation des machines ont été effectuées par la société Tétra pack.

I.3. Situation géographique

Sur la route nationale n° 12 à la rentrée d'ouest de la ville de Bejaia elle s'étale sur une superficie totale de 3000 m² et à quelques dizaines de mètres de la voie ferrée, à 300 mètres de la rentrée ouest de la ville de Bejaia, en effet, elle se trouve proche du port et aéroport ainsi que de la zone industrielle d'Akbou.

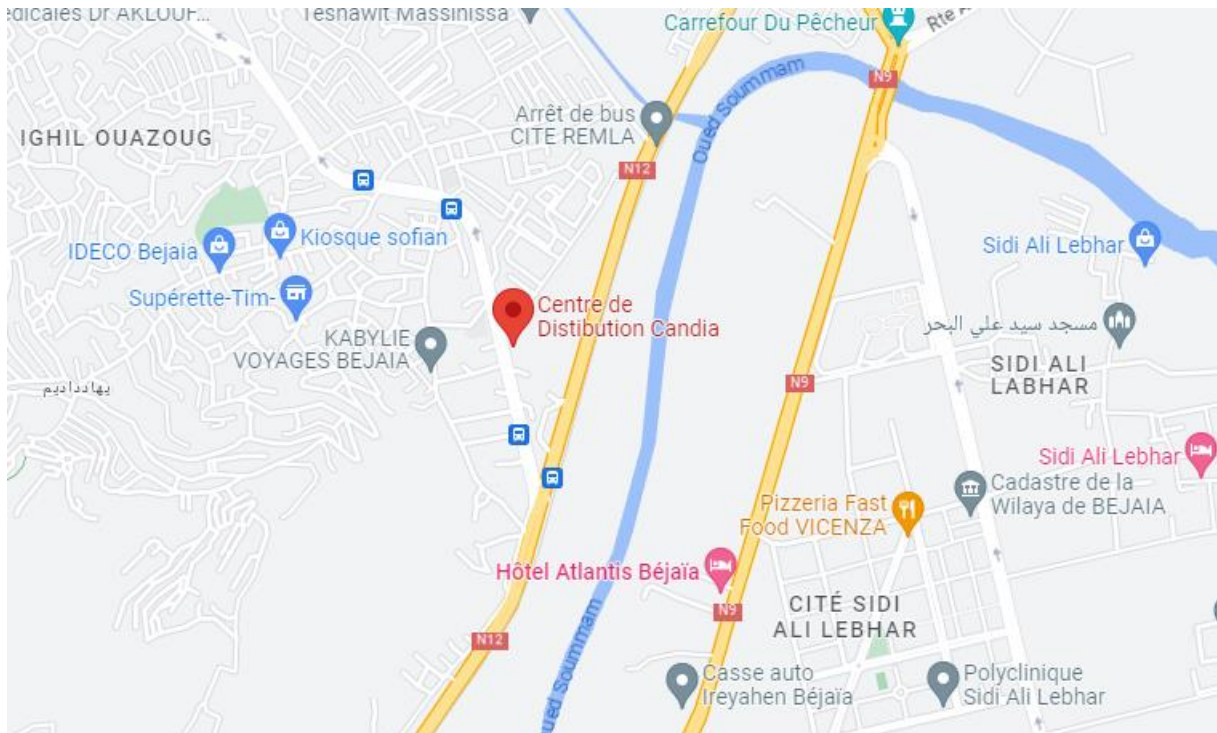


Figure I. 1 : Situation géographique de l'entreprise Tchîn-lait CANDIA

I.4. Mission, Vision et Valeur de l'entreprise TCHIN-LAIT « CANDIA »

I.4.1. Mission

Fournir des produits laitiers de qualité, sains et délicieux, qui contribuent au bien-être des consommateurs. L'entreprise s'engage à être un partenaire de confiance, en proposant des produits répondants aux normes de qualité et de sécurité alimentaire les plus élevées.

I.4.2. Vision

Candia vise à être reconnue pour son excellence opérationnelle, son esprit d'innovation et sa contribution au développement durable de la filière laitière locale

I.4.3. Valeur :

Candia aspire à devenir le leader incontesté du marché des produits laitiers. La vision de l'entreprise est d'offrir une gamme complète de produits de qualité qui répondent aux attentes et aux préférences des consommateurs.

I.4.3.1. Qualité

Candia accorde une importance primordiale à la qualité à chaque étape de son processus de production, en veillant à ce que les produits soient frais, sûrs et conformes aux normes les plus strictes.

I.4.3.2. Engagement envers les consommateurs

L'entreprise met les besoins et les attentes des consommateurs au cœur de ses préoccupations, en leur offrant des produits sains et nutritifs qui contribuent à leur bien-être.

I.4.3.3. Durabilité

Candia est fermement engagée envers le développement durable et la préservation de l'environnement. L'entreprise adopte des pratiques respectueuses de l'environnement, de la gestion des ressources au recyclage des emballages.

I.4.3.4. Responsabilité sociale

Candia se soucie de sa communauté et s'engage à soutenir les initiatives locales, à créer des emplois durables et à promouvoir une alimentation saine auprès des consommateurs.

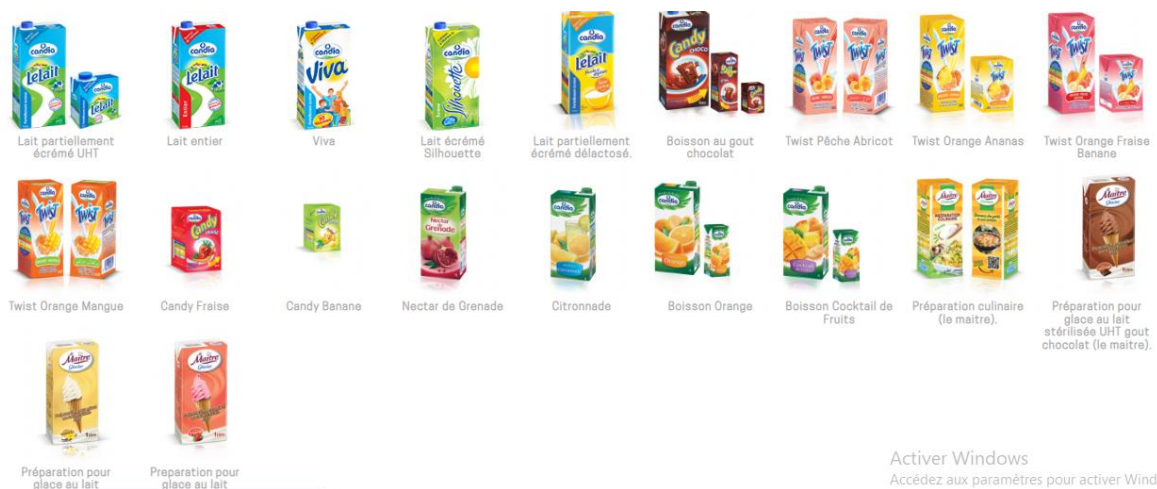


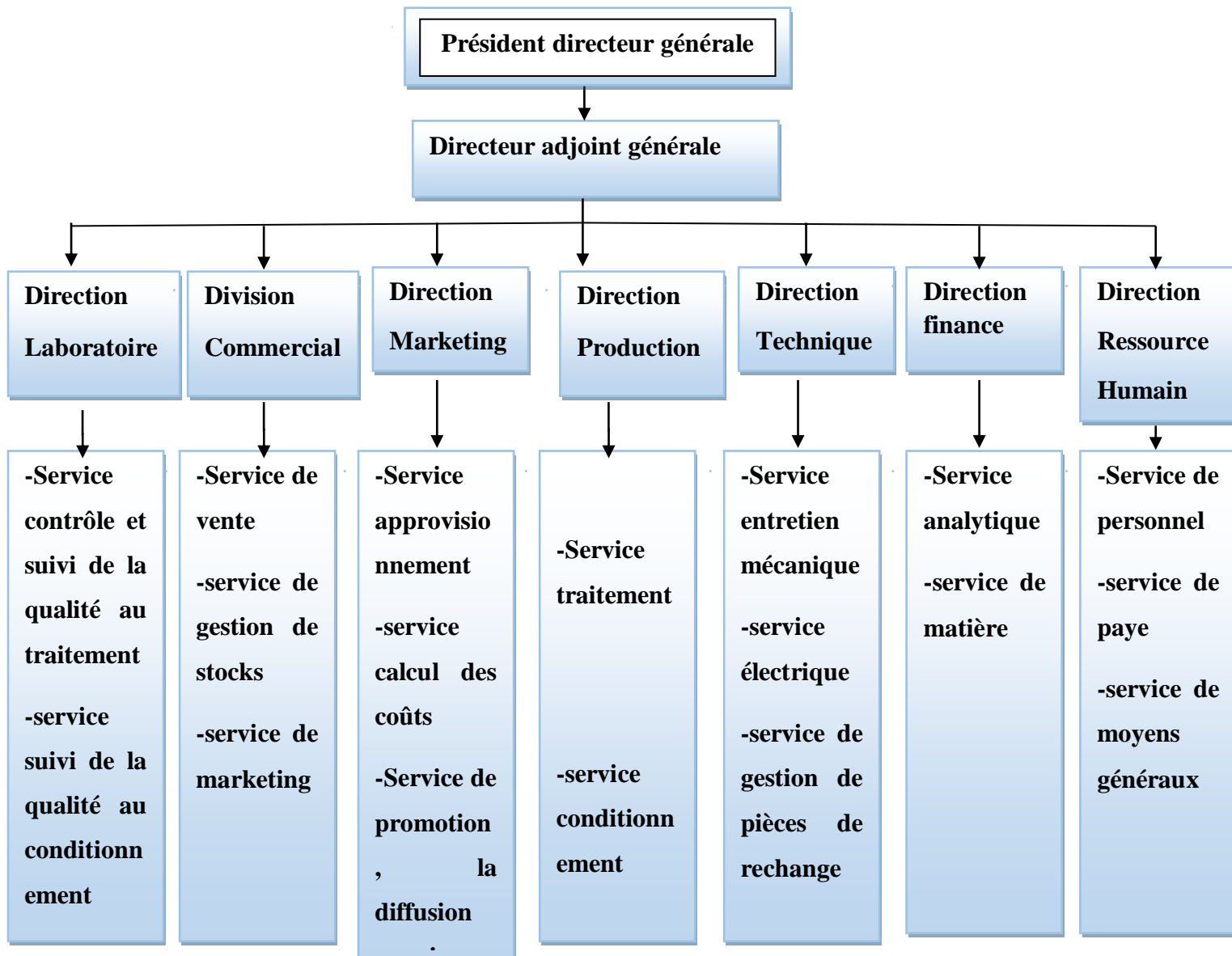
Figure I. 2 : Produits de l'entreprise Tchén-lait "CANDIA"

I.5. Structure organisationnelle et l'organigramme

La laiterie Candia à Béjaïa, en Algérie, est dirigée par un PDG qui supervise les différents services de l'entreprise, notamment l'administration générale, le service technique et le service commercial. L'administration générale gère les tâches administratives et assure le bon fonctionnement interne de l'entreprise. Le service technique est responsable de la

production et de la qualité des produits, tandis que le service commercial se concentre sur la promotion et la vente. Cette structure organisationnelle garantit une gestion efficace et cohérente de l'entreprise, en mettant l'accent sur la qualité et le développement commercial.

I.5.1. Organigramme de l'entreprise Tchén-lait "CANDIA"



Chapitre II : Généralités sur le lait

II.1. Introduction

Ce chapitre porté sur les généralités du lait est divisé en trois sections distinctes. La première section vise à expliquer les particularités du lait cru, tandis que la deuxième se concentre sur le lait UHT et la troisième sur le processus de fabrication du lait UHT demi écrémé.

II.2. Lait cru

II.2.1. Définition

Le lait est l'un des aliments les plus consommés et les plus importants dans l'alimentation humaine. Depuis des millénaires, il occupe une place centrale dans différentes cultures à travers le monde, offrant une source précieuse de nutriments essentiels pour la croissance et le développement humains. Dans ce mémoire de fin d'étude, nous allons explorer la composition nutritionnelle du lait, ses bienfaits pour la santé et les implications qui en découlent.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme il doit être porté à l'ébullition avant consommation car il peut contenir des germes pathogènes, il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h, le lait doit être collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenté toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé tel qu'il est mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation. [01].

II.2.2. Composition du lait

La composition générale du lait varie selon différents facteurs liés aux animaux, et parmi les facteurs principaux, il y'a l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation ainsi que l'âge et la saison [01].

Tableau II. 1 : Constituants majeurs du lait de vache. (Charles *et al.*, 2003)

Composition majeure du lait	Variations limites (%)
Eau	85,5 - 89,5
Glucides	3,6 - 5,5
Matières grasses	2,4 - 5 ,5
Protéines	2,9 - 5,0
Minéraux	0,7 - 0,9
Constituants mineurs : enzymes, vitamines, gaz dissous, pigments, cellules diverses	0.01

II.2.2.1 Eau

L'eau est le constituant majeur du lait, elle contient en solution le lactose, les sels minéraux et des protéines solubles. Elle est également l'élément dispersant des micelles de caséines et des globules de matière grasse. De ce fait les interactions entre l'eau et les autres composants sont à la base même de la stabilité du produit [02].

II.2.2.2 Glucides

Les glucides sont essentiellement représentés dans le lait par le lactose, cependant le lait contient deux types de glucides :

- Les glucides libres et dialysables (oligoholosides) ;
- Les glucides combinés en glycoprotéines et non dialysables.

Le lactose constitue la matière carbonée principale pour le développement des bactéries lactiques (Jeant *et al.* 2007). C'est un solide blanchâtre qui en solution vraie dans le sérum du lait. Les propriétés physique qui comptent le plus dans les transformations industrielles sont la solubilité, la cristallisation et le pouvoir sucrant [03].

II.2.2.3 Matières grasses

Elle se présente sous forme de globules gras d'un diamètre variant entre 0.1 et 15 microns, ses dimensions dépendent de la race de l'animal et de son régime alimentaire, on constate une couche d'albumine absorbée sur une sous couche de lécithine. La complexité des matières grasses du lait est plus grande car celles-ci comprennent outre des triglycérides, du cholestérol, des esters du cholestérol, des phospholipides.... Etc [04].

II.2.2.4 Protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers

Le lait de vache contient 3,2 à 3,5 % de protéines réparties en deux fractions distinctes :

Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales ;

Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

II.2.2.5 Caséines

Les caséines forment près de 80 % de toutes les protéines présentes dans le lait ; leur point isoélectrique moyen est de 4.65. L'élucidation de la structure tridimensionnelle permet d'affirmer que les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle. La taille des micelles se situe entre 100 et 500 nm, avec un diamètre moyen près de 180 nm, et elle varie principalement selon l'espèce animale, la saison, le stade de lactation [05].

II.2.2.6 Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Ils sont répartis entre l'état soluble, sous la forme d'ions ou de sels, et l'état colloïdal, associés à la micelle de caséine. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions.

II.2.2.7 Constituants mineurs

❖ **Vitamines** : Les laits et ses dérivés sont des sources notables en vitamines A, B12, B2, dans une moindre mesure en vitamines B1, B6. En revanche ils ne contiennent que peu de vitamines E, acide folique et biotine. Les vitamines sont classées en deux grandes catégories :

- Les vitamines liposolubles associées à la matière grasse.
- Les vitamines hydrosolubles de la phase aqueuse du lait [06].

❖ **Enzymes** : Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, ils sont des biocatalyseurs car ils accélèrent les réactions biochimiques. Le lait contient principalement de trois groupes d'enzymes qui sont les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases, et parmi les facteurs principaux qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température [06].

II.2.3. Propriétés physicochimiques

Le lait est un liquide blanc, opaque, deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée et d'odeur peu accentuée . Le lait apparaît comme un liquide opaque blanc

mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en B- carotènes de la matière grasse. Les principaux caractères physico- chimiques du lait sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau II. 2 : Caractéristiques physico- chimiques du lait

Constante	Valeur
pH (20 °C)	6.5 à 6.7
Densité	1,0231-1,0398
Acidité titrable (D°)	0,15-0,18

II.2.3.1. pH

Le pH du lait de vache fraîchement trait se situe un peu en dessous de la neutralité, un faible changement du pH vers l'acidité, a des effets importants sur l'équilibre des minéraux et sur la stabilité de la suspension colloïdale de caséine [07].

II.2.3.2. Densité

Elle est mesurée avec un thermo lacto-densimètre. Elle est liée à sa richesse en matière sèche, un lait enrichi en matière grasse possède une faible densité tandis que pour un lait écrémé, elle est plus élevée. [07].

II.2.3.3. Acidité titrable

L'acidité titrable mesure la quantité d'acide lactique présente dans le lait. Elle est relativement constante et son augmentation est un indice de lait anormal. Elle est exprimée en degrés Dornic (D°) et par convention, elle est donnée en grammes d'acide lactique par litre de lait.

II.2.3.4. Extrait sec totale

L'extrait sec total ou matières sèches totales est l'ensemble de toutes les substances qui, dans des conditions physiques déterminées, ne se volatilisent pas. [08].

Il représente la masse restante après l'évaporation totale de l'eau dans un litre de lait elle est donnée en g/l.

II.2.3.5. Extrait sec dégrisé

Il représente la masse restante après l'évaporation totale de l'eau dans un litre de lait moins la masse de la matière grasse dans un litre de lait.

II.2.3.6. Aboutissement de point de congélation

La détermination de l'aboutissement du point de congélation du lait constitue une méthode d'essai, utilisée à l'échelle internationale, lorsque l'abaissement du point de congélation est supérieur à $-0,535$ K, on suppose que le lait ne contient pas d'eau. Lorsque l'abaissement du point de congélation est inférieur ou égal à $-0,525$ K, on suppose une présence d'eau. On examine l'interprétation de ces résultats [08].

II.2.4. Propriétés organoleptiques

La saveur normale d'un bon lait est douce, agréable et légèrement sucrée, ce qui est principalement due à la présence de matière grasse. Le goût et l'odeur du lait sont un indice important de sa qualité. La présence d'une mauvaise odeur dans le lait et un goût désagréable avec un rancissement reflètent un problème dans la manipulation et la conservation du lait [06].

II.2.4.1. Odeur et saveur

Le lait a une odeur peu marquée, mais caractéristique. Son goût doux, légèrement sucré en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose. Et aussi l'odeur et la saveur sont variables selon les espèces animales et leur alimentation. [06].

II.2.4.2. Couleur

Le lait est de couleur blanc mat, ce qui est dû en grande partie à la matière grasse et aux pigments de carotène. [07].

II.2.4.3. Gout

Le goût du lait est déterminé par divers composés présents, parmi lesquels on trouve le lactose, les acides aminés, les acides gras, les minéraux et les peptides. Le lactose confère au lait une douceur naturelle, tandis que, les acides aminés et les peptides peuvent apporter des notes de saveur légèrement amères. Les acides gras présents dans le lait, qu'ils soient saturés ou insaturés, peuvent également influencer la perception du goût en ajoutant de la richesse, de la crémosité ou une légère note de saveur. [08].

II.3. le lait UHT

II.3.1. Définition

C'est un lait qui subit un processus de chauffage visant à éliminer les enzymes et les microorganismes pathogènes. Ensuite, il est conditionné de manière aseptique dans un

réceptacle stérile hermétiquement scellé pour empêcher toute contamination liquide ou microbienne. Le traitement thermique peut être réalisé directement, par injection de vapeur d'eau, ou indirectement. Il est effectué à une température de 135°C à 150°C pendant environ 2 à 5 secondes.

II.3.2. Principe du traitement thermique UHT

La conservation prolongée du lait est difficile en raison de sa composition favorable à la prolifération microbienne. Pour contrer cela, le lait est soumis à un traitement thermique qui élimine partiellement ou totalement sa flore microbienne. Le degré de destruction dépend de la température et de la durée du traitement thermique. Plus la température n'est élevée, plus le taux de destruction des microorganismes sont élevés. D'autre part, la vitesse des réactions chimiques est principalement influencée par la durée du traitement [09].

II.3.3. Composition chimique du lait UHT

La composition du lait UHT est représentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau II. 3 : Composition moyenne des différents types de lait UHT en g/l [10].

Constituants	Lait stérilisé UHT demi écrémé (g/l)
Eau	896
EST	164
Protéines	31.9
Lipides	15.4
Glucides	45.3
Azote totale	5

II.3.4. Propriétés du lait UHT

Le lait UHT comporte des propriétés suivantes :

- Avant d'être soumis au premier traitement thermique, le lait stérilisé UHT doit respecter une limite de 500 000 germes aérobies mésophiles par millilitre ;
- La teneur en matière grasse du lait stérilisé UHT partiellement écrémé est de 1,5 à 2% (15 g à 20 g /l de matière grasse) ;
- La durée de conservation recommandée pour le lait stérilisé UHT est de 90 jours à partir de sa date de fabrication ;
- Le lait stérilisé UHT ne doit pas présenter de défauts organoleptiques tels que la protéolyse, ainsi que des anomalies du goût et/ou d'odeur ;
- La teneur en acidité titrable du lait stérilisé UHT ne doit pas dépasser 18 grammes par litre d'acide lactique ;
- Le lait stérilisé UHT ne doit pas former de coagulation, de précipitation ou de floculation lorsqu'il est porté à ébullition [06].

II.3.5 Qualité du lait UHT

II.3.5.1. Qualité microbiologique

Il est préférable d'appliquer un traitement thermique intense du point de vue microbiologique pour le lait. Le traitement UHT élimine tous les organismes pathogènes couramment présents dans le lait. Cependant, il existe un risque de résistance de certaines spores de germes tels que Clostridium et Bacillus, ainsi que de la présence d'enzymes thermostables naturelles dans le lait, qui ont un impact minime sur les propriétés physiques du lait. Le contrôle des matières premières contribue à réduire la charge microbienne [07].

II.3.5.2. Qualité nutritionnelle et énergétique

L'apport calorique du lait subit une diminution à mesure que la teneur en matière grasse diminue. Ainsi, le lait entier contient environ 64 Kcal, le lait demi-écrémé contient environ 45 Kcal et le lait écrémé contient environ 33 Kcal. Le traitement thermique UHT permet de préserver la qualité nutritionnelle du lait en préservant le lactose, la matière grasse et les sels minéraux sans les altérer significativement. Cependant, on observe une légère modification des protéines et des vitamines [08].

II.3.5.3. Qualité organoleptique

La couleur du lait après stérilisation UHT reste blanche. Le goût de cuit est faible même si la température est supérieure à celle de la stérilisation classique [09].

II.3.6. Les inconvénients et les avantages du traitement U.H.T

II.3.6.1. Les inconvénients

- ❖ Les traitements technologiques peuvent entraîner des modifications de la composition du lait et de sa valeur nutritionnelle. Lors du stockage, le lait traité par traitement UHT peut présenter deux types d'instabilité. Il y a d'abord la formation de sédiments, parmi lesquels une couche de nature protéique peut se former ;
 - La viscosité du lait peut augmenter lors du traitement UHT, pouvant éventuellement conduire à la formation d'un gel [10].
 - La formation des sédiments, dont une couche est de nature protéique ;
- ❖ Les traitements UHT ne parviennent pas à inhiber complètement les activités de protéolyse causées par des protéases extracellulaires psychrotrophes. [11].
- ❖ Durant ce traitement, il peut se produire une réaction de Maillard entre le lactose et les protéines, en particulier la lysine, ce qui entraîne un brunissement non enzymatique [12].

II.3.6.2. Les avantages

- ❖ Depuis l'introduction de la pasteurisation HTST, le traitement UHT est considéré comme une révolution majeure dans le domaine de la technologie laitière [13].
- ❖ Une stérilisation correctement réalisée permet de conserver la plupart des vitamines présentes dans le lait. Le traitement UHT limite également les modifications de la matière grasse, provoque une faible dénaturation des protéines et une précipitation partielle des sels minéraux. Cela contribue à améliorer la digestibilité des protéines dans l'estomac, ce qui confère à ce produit alimentaire une bonne qualité nutritionnelle, presque similaire à celle du lait frais. [14].
- ❖ Détruit rapidement les microorganismes, tout en minimisant les modifications des constituants du lait [15].

II.4. La technologie de fabrication du lait UHT (processus conditionnements et emballage)

La production de notre brique de lait UHT passe par plusieurs étapes successives au niveau de l'atelier de production de la laiterie.

Dans cette partie, nous examinerons les différentes étapes du processus conditionnement et d'emballage du lait UHT "Candia".

II.4.1. Process

II.4.1.1. Nettoyages

Avant de préparer notre mélange, il est nécessaire de nettoyer régulièrement notre ligne de préparation. Pour cela nous utilisons de la soude tous les 24 heures pour éliminer les matières organiques, et un mélange soude/acide tous les 6 jours pour éliminer les dépôts minéraux, nous utilisons également un désinfectant et terminons par un rinçage.

II.4.1.2. Reconstitutions

Le lait reconstitué est obtenu par mélange d'eau et de lait en poudre demi écrémé [16].

Pour reconstituer 30 000 litres du lait, nous mélangeons 144 sacs de poudre à 25% de matière grasse et 128 sacs de poudre à 0% de matière grasse avec 26 000 litres d'eau traitée à une température de 22°C.

Cette reconstitution se fait par adjonction, à l'aide d'un tri-blinder, Pour une dissolution optimale de la poudre, l'eau doit avoir une dureté de 5-15°F et une température de 20-45°C.

II.4.1.3. Back de lancement

Après la reconstitution, le lait est prélevé du réservoir de préparation (CPR) puis acheminé par pompage vers le bac de lancement pour ajuster le débit. Une fois le débit réglé, le produit est ensuite lancé pour poursuivre les étapes de fabrication.

II.4.1.4. Préchauffage

Dans cette étape notre produit reconstitué est pompé vers l'échangeur à plaque, dans la section de préchauffage où il est chauffé à une température de 79°C.

II.4.1.5. Dégazage

Le lait préchauffé est introduit de manière tangentielle dans une cuve sous vide, où il atteint un point d'évaporation de l'eau en raison de la température et d'une pression de 0,65 bars. Les gaz emprisonnés dans le produit sont entraînés par la vapeur et remontent vers le sommet de la cuve, où ils sont aspirés par une pompe sous vide positionnée en haut. Les

vapeurs se condensent ensuite dans le condensateur en spirale et retombent dans le liquide du produit. Après notre lait acheminé par la sortie située au fond de la chambre vers l'homogénéisateur.

Cette étape est pour but d'éliminer les gaz contenus dans le lait, tel que le gaz carbonique, oxygène, azote...etc. Tous ces gaz, pouvant compromettre la qualité du lait, par oxydation de la matière grasse du lait par l'oxygène [17].

II.4.1.6. Homogénéisation

L'homogénéisation est réalisée à une température de 74°C en appliquant deux traitements physiques de pression. Le premier traitement se fait à 200 bar et le deuxième à 25 bar.

Cette étape a pour but de réduire la taille des globules gras à environ 1/5 ème de leur taille initiale et construire un mélange intime entre la phase aqueuse et la phase lipidique. [18].

II.4.1.7. Pasteurisation

Le lait demi écrémé sort de l'homogénéisateur à 60°C, il est conduit vers l'échangeur à plaques pour être chauffé à 95°C pendant une minute pour éliminer les bactéries et stabiliser les protéines.

II.4.1.8. Stérilisation

Le lait arrive à la section de chauffage de l'échangeur à plaques où il est amené à une température de 140°C pendant 4 secondes au niveau du chambreur pour éliminer les micro-organismes résistants. Après le chauffage, le produit est refroidi jusqu'à atteindre sa température de conditionnement de 25 °C en utilisant de l'eau froide et de l'eau glacée. Ensuite, le produit refroidi est pompé vers une cuve de stockage aseptique (Tank Stérile) qui agit comme un volume tampon entre la ligne de traitement continue et le système de conditionnement.

II.4.2. Conditionnement

Le but de conditionnement aseptique est de réaliser le remplissage d'un récipient stérilisé et sa fermeture étanche au moyen d'un système, lui aussi stérilisé, de façon à éviter toute contamination microbienne de produit ainsi conditionné [19].

II.4.2.1. Chargeur

Le chargeur de découpe sert à la réception des étuis, le chargeur est rempli d'étuis par le pilote de la machine ou au moyen d'un chargeur automatique offert en option.

II.4.2.2. Système de dépliage et pousseur

Les étuis enlevées des chargeurs par des rentreuses, mais en forme rectangulaire et en boîtes sur un mandrin, les étuis sont ainsi guides correctement pour la réalisation du fond.

II.4.2.3. Activation des fonds

Dans deux postes de l'air chaud actif les zones du fond d'emballage ont soudé.

II.4.2.4 Pliage des fonds

Pendant que la roue à mandrines transporte l'étui au presse fonds, les plieurs transversaux et un plieur longitudinal rotatifs forme le fond d'emballage.

II.4.2.5. Presse fonds

Les poinçons presse fonds et le coute frontal du mandrin, pressent et scellent le fond d'emballage entièrement grâce à la conception particulière des éléments de pression on ce fond creux typique breveté qui donne à l'emballage sa bonne stabilité.

II.4.2.6. Guides de transfert

L'emballage est enlevé du mandrin et pousse dans une alvéole, qui se charge de transporter l'emballage des différents postes de la partie chaines jusqu'au convoyeur d'évacuation.

II.4.2.7. Poste de pré pliage des sommets

Le sommet de l'emballage est pré plie avec précision dans les lignes rainurées en forme correcte du sommet.

II.4.2.8. Zone aseptique

Ce processus assure la destruction des micro-organismes dans l'emballage, au porte de remplissage le produit à conditionner est mis sous emballage en deux phases, l'air stérilisé dans la zone aseptique étant soumis à une faible surpression. L'air extérieur non stérile ne peut pénétrer dans la zone aseptique et une contamination de celle-ci est donc exclue.

II.4.2.9. Poste de soudage des sommets

Le sommet d'emballage est plié et soudé au-dessus du niveau de remplissage par les outils à ultras sons (U.S), avant le soudage à U.S de la vapeur est injectée dans l'emballage pour réduire au minimum le volume du sommet après le refroidissement si cela s'avère nécessaire, une injection de gaz dans l'emballage est également possible.

II.4.2.10. Poste de mis en forme des sommets

Le polyéthylène aux languettes du sommet et sur les faces étroites de l'emballage est réchauffé par de l'air chaud, les languettes du sommet sont pliées vers le bas et scellées sur l'emballage.

II.4.2.11. Injecteurs et poste de dépôt

L'emballage est éjecté de l'alvéole redresse et dépose sur le convoyeur.

II.4.2.12. Convoyeur d'évacuation

Les emballages quittent la machine à angle droit par rapport au sens de marche de la remplisseuse la barrette de raccordement permet de raccorder un système d'évacuation du côté gauche de la machine (possible en option du côté droit).

II.4.3. L'emballage

Est une étape où le lait est conditionné dans des emballages stériles (brique), afin de préserver sa qualité et prolonger sa durée de conservation, elle est divisée en 3 étapes.

II.4.3.1. Bouchonnage

La première étape d'emballage est réalisée par la bouchonneuse, un équipement utilisé pour sceller les bouchons sur le dessus de nos briques. Pour commencer, les bouchons sont placés dans la trémie. Ensuite, un produit adhésif, tel que le polyéthylène, est appliqué sur les briques. Une fois les briques introduites, la machine aspire les bouchons vers une chaîne de scellage. Lorsque le matériau adhésif est fondu, il est injecté au moment où le bouchon atteint la zone de collage, assurant ainsi une adhérence solide.

II.4.3.2. L'encartonnage, Filmeuse

La deuxième étape d'emballage du lait UHT demi-écrémé, Candia consiste à procéder à l'encartonnage des briques du lait. Après le scellage des briques, celles-ci sont rassemblées et arrangées dans des cartons spécifiquement conçus à cet effet. Cette opération est effectuée à l'aide d'une encartonneuse automatisée qui prend les briques scellées et les positionne soigneusement dans le carton selon un arrangement prédéfini, souvent avec une capacité de 12 briques par carton. Une fois que le carton est rempli, il est ensuite dirigé vers une filmeuse qui applique un film plastique pour couvrir et sécuriser le carton. Cette étape de filmeuse garantit que le carton est correctement fermé, offrant une protection supplémentaire contre la contamination et les dommages potentiels pendant le transport et le stockage. L'utilisation de machines automatisées dans cette étape permet d'assurer une efficacité et une précision

élevées dans le processus d'emballage, contribuant ainsi à maintenir la qualité et l'intégrité des briques du lait jusqu'à leur distribution aux consommateurs finaux.

II.4.3.3. Palettisation et Filmeuse

Une fois que les cartons remplis de briques de lait sont scellés et prêts, ils sont empilés de manière organisée sur des palettes (chaque palette comprend 480 boîtes sous forme de 5 étages). Cette opération est réalisée à l'aide d'un dispositif de palettisation automatisé qui place les cartons sur la palette selon un schéma prédéfini, en assurant la stabilité et l'équilibre de la charge. Après la palettisation, les palettes sont emballées avec un film de polyéthylène pour renforcer la sécurité de l'emballage et faciliter leur manutention et leur transport ultérieurs.

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Introduction

Pour contrôler la qualité physico-chimique du lait demi-écrémé UHT de l'unité de Tchîn-lait, "Candia" on prélève des échantillons spécifiques, trois briques sont prises par production. (Une brique au début, une brique au milieu et la dernière brique à la fin de l'ajustement), Cette approche de prélèvement stratégique permet de couvrir l'ensemble du processus de fabrication et de surveiller de manière rigoureuse la qualité du produit à différents stades, il faut toujours commencer par l'analyse des eaux pour les utiliser dans la reconstitution de lait.

III.1.1. Eau du processus

Pendant le stage pratique, un échantillon d'eau est prélevé à la station des eaux de l'unité de production. Avant le prélèvement, l'orifice de sortie de l'eau est flambé pendant 1 à 2 minutes et l'eau est laissée couler quelques instants. Des flacons en verre stérilisés de 250 ml sont utilisés pour collecter l'échantillon, qui est préalablement étiqueté. Cette procédure garantit l'intégrité de l'échantillon et minimise les risques de contamination pour les analyses ultérieures.

III.1.2. La poudre

Pour l'échantillonnage de la matière première, à savoir les poudres du lait, un seul sac est prélevé après chaque nouvel arrivage. L'échantillonnage est effectué à l'aide d'une spatule en prélevant une quantité représentative du produit en vrac contenu dans le sac. Cette méthode permet de collecter un échantillon représentatif de la matière première pour les analyses ultérieures, assurant ainsi une évaluation précise de sa qualité et de ses caractéristiques.

III.1.3. Lait reconstitué et de produit fini

a. Lait reconstitué :

Pour vérifier l'homogénéisation de ce dernier, le prélèvement est réalisé à l'aide d'un récipient propre en haut et en bas du tank de reconstitution, et pour connaître la quantité d'eau qu'il faut ajouter.

III.2. Test organoleptique

L'examen de l'aspect physique du lait, de sa couleur, de son odeur et de son goût sont déterminés au niveau du laboratoire, par des tests de dégustation sur des échantillons prélevés au hasard.

III.3. Matériels et produits utilisé pour les analyses

Tableau III. 1 : Matériels et produits utilisé pour les analyses physico-chimiques

Matériels	produits
Éprouvette	Solutions tampons (pH=4 et pH=7).
Burette	Eau distillée
Pipette	Lait à analyser
Bécher de 100 ml	NaOH
Erlenmeyer	Eau à analyser
Coupelle d'aluminium	Sable fontaine bleu
Bain-marie	L'acide sulfurique à 0.02 N
Butyromètre GERBER	L'alcool iso-amylque
PH-mètre de type WTW 3110	Solutions d'AgNO ₃ et de K ₂ CrO ₄ (2 ml)
Aéromètre	Solution EDTA à 0,02 N
Dessiccateur à infrarouge	Indicateur coloré phénolphtaléine
Multimètre de type HACH Q30d	Indicateur coloré méthylorange
Photomètre	Indicateur coloré NET

III.4. Analyse physico-chimique

L'ensemble des analyses effectuées sont résumées dans le tableau suivant

Tableau III. 2 : Analyses physicochimique du lait "CANDIA"

Types de produits		Paramètres recherchés
Matières premières	Poudre de lait écrémé (0% et 26% de matière grasse)	- Humidité ; - EST ; - MG ; - Densité ; - Aspect et couleur ; - Goût et odeur.
	Eau de process	- Th ; TA, TAC - T ° C ; - pH. Chlorure.
Produits intermédiaires	Lait reconstitué	- ESD. - pH
	Lait pasteurisé	- Ac. Dornic ; - Densité ; - Test à l'alcool ;

		- Test à l'ébullition ; - Test de Ramsdell ; - T° C.
	Produit fini	- T°C ; - pH ; - Ac. Dornic ; - ESD ; - Densité ; - Test à l'alcool ; - Test à l'ébullition ; - Test de Ramsdell ; - Couleur, goût et odeur ; - Poids et volume.

III.4.1. Analyse physico-chimique de lait reconstitué et de produit fini

III.4.1.1. Le poids

C'est pour connaître le poids de produit une fois emballer.

Mode opératoire :

Placez la brique sur la balance électronique et lisez le résultat affiché à l'écran.

Expression des résultats :

P = Lecture – poids de l'emballage

III.4.1.2. pH

Le pH est un facteur crucial pour garantir sa stabilité et sa qualité. En contrôlant attentivement le pH tout au long du processus de fabrication, on peut minimiser les variations indésirables et assurer une constance optimale du produit final.

Mode opératoire

- Étalonner le pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons (pH4 et pH7).
- Transférer le lait dans un bécher.
- Maintenir la température de l'échantillon à 20°C.
- Introduire l'électrode dans le bécher contenant le lait à analyser.

- à chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

Expression des résultats

$$\text{pH} = -[\text{H}^+]$$

III.4.1.3. Teste de peroxyde

Le test de peroxyde est une méthode utilisée pour évaluer la présence de peroxydes dans le lait. Il se base sur l'oxydation d'un réactif par les peroxydes présents, ce qui entraîne un changement mesurable, généralement une modification de couleur ou une réaction chimique. Ce test permet de déterminer la qualité et la fraîcheur du lait en détectant les niveaux de peroxyde présents.

Mode opératoire

- Immerger la zone réactionnelle de la languette test dans le lait pendant environ deux secondes.
- Secouer vigoureusement la languette pour éliminer l'excédent du lait.
- Attendre quelques secondes avant de procéder à la lecture.

Expression des résultats

Observer la teinte de la zone réactive en utilisant l'échelle colorimétrique imprimée sur l'emballage des bandelettes, puis convertir cette couleur en une concentration de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 exprimée en mg/l.



Figure III. 1 : Echelle colorimétrique du peroxyde

III.4.1.4. La densité

La densité est déterminée au moyen du thermo- lactodensimètre (aéromètre), à une température de 20 °C [20].

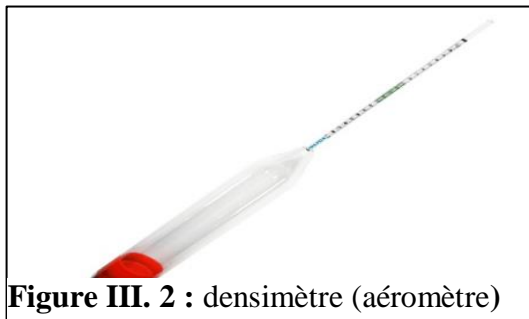


Figure III. 2 : densimètre (aéromètre)

Mode opératoire

- Rincer l'éprouvette (500 ml) et le densimètre avec le lait à analyser, en veillant à ce que la température du lait soit de 20°C ;
- Verser délicatement le lait dans l'éprouvette, en la maintenant inclinée pour éviter la formation de mousse ;
- Insérer le densimètre verticalement dans l'éprouvette jusqu'à ce qu'il déborde ;
- Attendre que le densimètre soit stable, puis effectuer la lecture sur l'échelle de graduation du densimètre.

Expression des résultats

$$\text{Densité} = X 10^{-3} + 1$$

X : correspond à la lecture lue sur le lactodensimètre.

III.4.1.5. L'acidité titrable

L'acidité du lait est mesurée en neutralisant l'acidité lactique présente dans le lait à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine, qui agit comme un indicateur coloré [21].



Mode opératoire

- Utiliser une pipette jaugée pour introduire 10 ml du lait à analyser dans un bécher.
- Ajouter 3 à 4 gouttes de phénolphtaléine dans le bécher ;
- Insérer l'électrode du pH-mètre dans le bécher et commencer à titrer avec une solution de NaOH ;

- Arrêter le titrage dès que le pH atteint 8,3 ;
- Noter le volume de la solution de NaOH utilisé pour le titrage.

Expression des résultats

L'acidité du lait est exprimée en degré Dornic (D°) est équivalent à 0.1g d'acide lactique par litre du lait.

$$\text{Acidité (D}^\circ\text{)} = V \times 10 \times \text{Facteur de correction}$$

V : volume (ml) de NaOH utilisé (chute de la burette)

III.4.1.6. Taux de la matière grasse (Méthode de GERBER)

Cette méthode est basée sur la dissolution des composants du lait dans l'acide sulfurique et la séparation de la graisse séparée par centrifugation, en raison de l'ajout d'une petite quantité d'alcool iso amylique pour séparer les phases aqueuse et lipidique.



Figure III. 3 : Butyromètre GERBER

Mode opératoire

- Verser 10 ml d'acide sulfurique à 91% dans un butyromètre ;
- Ajouter 10 ml d'eau distillée dans le butyromètre ;
- Prélever 2,5 g du lait à analyser et le verser dans le butyromètre ;
- Ajouter 1 ml d'alcool iso-amylique dans le butyromètre et agiter soigneusement ;
- Préparer deux butyromètres selon les mêmes étapes décrites précédemment ;
- Placer les butyromètres dans la centrifugeuse à une vitesse de 1200 tours/minute pendant 30 minutes, en veillant à ce qu'ils soient disposés en parallèle.

III.4.1.7. Extrait sec total (EST)

L'extrait sec total (EST) est mesuré à l'aide d'un appareil appelé dessiccateur infrarouge. Ce dispositif permet de sécher l'échantillon en émettant des radiations infrarouges, tout en surveillant en temps réel le poids de l'échantillon grâce à une balance intégrée.

Mode opératoire

- Mettre une coupelle en aluminium sur la balance de dessiccateur infrarouge, puis tarer ;
- peser 10g de sable fontaine bleu dans la coupelle, rajouter le bâtonnet puis tarer ;
- peser à 0,01g près, 3g d'échantillon dans la coupelle ;
- mélanger à l'aide du bâtonnet sur toute la surface de la coupelle ;
- La fin de la dessiccation est automatique est signalée par « un bip » sonore du dessiccateur ;
- Lire la valeur indiquée sur le cadran du dessiccateur.

Expression des résultats

$$\text{EST (g/l)} = y \cdot 10 D$$

y : Chiffre affiché sur l'écran en (%) ;

D : la densité du lait.



Figure III. 4 : dessiccateur infrarouge

III.4.1.8. L'extrait sec dégraissé (ESD)

La matière sèche dégraissée est obtenue par la différence entre la matière sèche totale et la matière grasse. La matière sèche dégraissée est calculée par la formule suivante :

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

ESD : extrait sec dégraissé

III.4.1.9. L'indice réfractométrique (Brix)

L'indice Brix du lait est une mesure de la teneur en sucre du lait. Il est déterminé en mesurant l'indice de réfraction du lait. L'indice de réfraction est une mesure de la quantité de lumière courbée lorsqu'elle traverse une substance. Plus la teneur en sucre du lait est élevée, plus l'indice de réfraction n'est élevé.

L'indice Brix du lait est exprimé en pourcentage. Un indice Brix de 10 % signifie que le lait contient 10 grammes de sucre pour 100 millilitres du lait. Brix Index as a Quality Indicator of ,Journal of Food Science and Technology, Vol. 57, No. 12, pp. 4515-4521, 2020. MOUNIR DIRECT

Mode opératoire

- Préparation de l'échantillon et calibration du réfractomètre ;
- Dépôt d'une petite quantité du lait sur la plaque de mesure ;
- Observation à travers l'oculaire pour lire directement l'indice réfractométrique (Brix).

III.4.1.10. Test de stabilité au phosphate, ou test de "Ramsdell"

Le test consiste à vérifier la stabilité du lait à 100°C par incorporation d'ions phosphates. En effet, ces derniers ont la capacité de déstabiliser la structure des micelles et de la caséine, si le lait n'est pas stable [22].

Mode opératoire

- Préparation de tubes à essai avec des quantités croissantes de solution de phosphate monopotassique (KH_2PO_4) à 0,02 N : 1,3 ml, 1,4 ml, 1,5 ml, 1,6 ml, 1,8 ml, 2,0 ml et 2,3 ml ;
- Ajout de 10 ml du lait à analyser dans chaque tube ;
- Agitation des tubes ;
- Port des tubes à ébullition pendant 5 minutes ;
- Refroidissement des tubes en les plaçant sous un courant d'eau froide.

Expression des résultats

Afin d'exprimer les résultats, on détermine la quantité de phosphate exprimée en ml de la solution dans le premier tube de la série coagulée ;

Tubes coagulés= tubes positifs (+) ;

Tubes non coagulés = tubes négatifs (-) ;

Il sortira juste un seul coagulé.

III.4.1.11. Test de stabilité à l'ébullition (Bain d'huile)

Le test bain d'huile est une méthode utilisée pour évaluer sa résistance à la coagulation lors d'un traitement thermique. Ce test consiste à chauffer le lait dans un bain d'huile et à observer le temps nécessaire pour qu'il coagule. Il permet de déterminer la capacité du lait à supporter des températures élevées sans former de caillé.

Mode opératoire

- Prélever 04 ml du produit à analyser dans un tube à essai ;
- Placer le tube dans le bain-Marie à 140°C ;
- Quand le lait commence à se coaguler, on récupère le tube et on note le temps de début de la coagulation.

Expression des résultats

Le lait est considéré comme normal lorsque le mélange s'écoule le long des parois du tube sans laisser de trace. Cependant, si le mélange présente des flocons de protéines précipitées, le lait est considéré comme instable, voire éventuellement acide [23].

Remarque :

Les analyses MG, MP, EST, ESD, LACT, et FPD être faites au même temps par un appareil multifonction [24].

Mode opératoire

- Verser le lait dans le bécher ;
- Maintenir la température à 20°C ;
- Introduire la capture de l'appareil dans le bécher contenant de notre échantillon ;
- Rincer la capture à l'eau distillée.

Remarque :

Les analyses MG, MP, EST, ESD, LACT, et FPD nous pouvons faire des analyses pour eux en même temps par la Milko scan [24].

Mode opératoire

- Verser le lait dans le bécher

- Maintenir la température à 20c
- Introduire la capture de la Milko scan dans le bécher contenant de notre échantillon
- Rincer la capture à eau distillée



Figure III. 5 : L'appareil Milko Scan FT120

III.4.2. Analyse physico-chimique de la poudre

(Elle a les mêmes analyses que le lait) mais il y a une analyse qui est différente des analyses du lait, qui est l'humidité.

III.4.3. Analyse physico-chimique des eaux

III.4.3.1. pH

Pour le cas de l'eau c'est le même mode opératoire avec lait.

III.4.3.2. Potentiel Redox

La méthode d'analyse redox est utilisée pour évaluer la capacité d'une substance à subir des réactions d'oxydation et de réduction. Elle permet de mesurer les potentiels redox dans un échantillon d'eau, fournissant des informations sur les réactions chimiques qui s'y produisent.

Mode opératoire

- Allumer l'appareil et installer l'électrode ;
- Utiliser les solutions tampons pour étalonner l'électrode ;
- Rincer le bécher et l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Plonger l'électrode dans l'échantillon d'eau ;
- Noter les valeurs du potentiel redox obtenues ;
- Enregistrer les résultats de la réaction redox pour une analyse ultérieure.

III.4.3.3. Conductivité

La conductivité (K) est l'ensemble ou la quantité de sels dissous (électrolytes) contenus dans une solution ($\mu\text{S}/\text{cm}$), elle est appliquée aux eaux des chaudières et aux bûches alimentaires.

Mode opératoire

- Nous utilisons un multimètre en réglant l'appareil au mode de mesure de conductivité ;
- Nous plongeons l'électrode du multimètre dans l'eau à 25°C ;
- L'appareil affiche les résultats de la conductivité en microsiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Nous convertissons ensuite les résultats en siemens par centimètre (S/cm) pour une meilleure compréhension et comparaison.

III.4.3.4. Cl_2 libre

L'analyse du chlore libre (Cl_2) dans l'eau est une méthode essentielle pour évaluer la désinfection et la qualité de l'eau. Elle repose sur l'utilisation du réactif DPD (N,N-diéthyl-p-phénylènediamine), qui réagit spécifiquement avec le chlore libre pour former un composé coloré. En mesurant l'intensité de la couleur formée à l'aide d'un spectrophotomètre ou d'un comparateur colorimétrique, il est possible de quantifier la concentration du chlore libre dans l'échantillon d'eau.

Mode opératoire

- Rincer les tubes de mesure avec de l'eau distillée ;
- Prélever 10 ml de l'échantillon d'eau à analyser ;
- Ajouter une pilule de DPD (N, N-diéthylphénylène-1,4 diamine) dans le tube contenant l'échantillon ;
- Agiter vigoureusement le tube jusqu'à dissolution complète de la pilule ;
- Placer le tube dans le colorimètre ou le spectrophotomètre approprié ;
- Effectuer la lecture de l'intensité de la couleur formée par réaction du DPD avec le chlore libre dans l'échantillon ;
- Utiliser les valeurs de lecture obtenues pour quantifier la concentration de chlore libre dans l'échantillon.

III.4.3.5. La turbidité

La turbidité de l'eau est la mesure de la quantité de particules en suspension présentes dans l'eau. Elle est déterminée par la diffusion de la lumière à travers ces particules. La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre, qui émet un faisceau lumineux à travers l'eau et détecte la quantité de lumière diffusée. La mesure de la turbidité est exprimée en unités de turbidité, telles que les NTU (Formazin Turbidity Unit) ou les FTU (Nephelometric Turbidity Unit). La turbidité de l'eau est un indicateur de sa clarté et de la présence de contaminants. Elle est importante pour évaluer la qualité de l'eau et prendre les mesures appropriées pour son traitement.

Mode opératoire

- Préparer l'échantillon d'eau à analyser ;
- Utiliser un turbidimètre pour effectuer la mesure de la turbidité ;
- Émettre un faisceau lumineux à travers l'échantillon ;
- Mesurer la quantité de lumière diffusée par les particules en suspension ;
- Enregistrer la valeur de turbidité obtenue.

III.4.3.6. Chlorure [Cl⁻]

L'analyse du chlorure dans l'eau consiste à mesurer la concentration de chlorure dans un échantillon d'eau. Elle repose sur une réaction chimique entre le chlorure et un réactif spécifique, généralement l'argent nitrate. La quantité de chlorure d'argent formé lors de cette réaction est mesurée pour déterminer la concentration de chlorure dans l'eau. Cette analyse est utilisée pour évaluer la salinité de l'eau, la contamination et surveiller la qualité de l'eau dans différents domaines.

Mode opératoire

- Préparer les solutions nécessaires : une solution de nitrate d'argent (AgNO₃) de concentration connue, une solution d'indicateur coloré de chromate de potassium ;
- Prélever un échantillon d'eau à analyser de 50 ml dans un bécher propre ;
- Ajouter 1 ml de l'indicateur coloré de chromate de potassium à l'échantillon d'eau, cet indicateur va réagir avec les ions chlorure présents dans l'échantillon ;
- Titrer lentement l'échantillon avec la solution de nitrate d'argent (AgNO₃) de concentration connue ;
- Ajouter la solution goutte à goutte tout en agitant l'échantillon ;

- Continuer à ajouter la solution de nitrate d'argent jusqu'à ce qu'une couleur orange apparaisse.
- Les réactions chimiques
 - ✓ $2\text{AgNO}_3 + \text{Ca}(\text{Cl})_2 \longrightarrow 2\text{AgCl} + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 - ✓ $2\text{AgNO}_3 + \text{Mg}(\text{Cl})_2 \longrightarrow 2\text{AgCl} + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$
 - ✓ $\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \longrightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{NO}_3$

Remarque

La couleur orange indique la formation du précipité d'argent chlorure (AgCl) qui se forme lorsque tous les ions chlorure de l'échantillon ont réagi.

III.4.3.7. TH (titre hydrotimétrique)

Le principe de l'analyse du TH (Titre Hydrotimétrique) repose sur la formation d'un complexe de type chélate entre les ions alcalino-terreux présents dans l'eau et le sel sodique de l'acide Ethylène Diamine Tétra Acétique (EDTA). En dosant le volume de titrage nécessaire pour réagir avec les ions calcium et magnésium, cette méthode permet de quantifier leur concentration dans l'eau [25].

Mode opératoire

- Rincer le bécher avec de l'eau distillée ;
- Prélever 100 ml de d'eau à analyser dans un bécher ;
- Ajouter 4 ml de la solution tampon ammoniacale à pH 10 ;
- Ajouter une pincée (aspect sablonneux) de l'indicateur coloré NET (Noir Eriochrome T) ;
- Titrer lentement avec une solution d'EDTA (0,02 N) ;
- Continuer le titrage jusqu'à ce que la couleur violette se transforme en un bleu franc persistant.

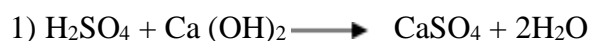
III.4.3.8. Titre alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique mesure la concentration d'hydroxydes alcalins et de carbonates dans l'eau. Cette analyse évalue l'alcalinité de l'eau en titrant l'échantillon avec une solution acide jusqu'à atteindre un point d'équivalence. Le TA est exprimé en termes d'acide carbonique équivalent. C'est une mesure importante pour évaluer la qualité de l'eau et sa compatibilité avec les processus industriels [26].

Mode opératoire

- Verser 100 ml d'échantillon d'eau à analyser dans un erlenmeyer.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré phénophtaléine.
- Commencer le titrage en ajoutant lentement la solution acide sulfurique 0.02N.
- Agiter doucement le mélange tout en continuant d'ajouter l'acide sulfurique.
- Observer attentivement les changements de couleur.
- Arrêter le titrage dès que le point d'équivalence est atteint, indiqué par un changement de couleur.

Les réactions chimiques



Remarque

- **Absence de coloration** : pas de titrage avec l'acide sulfurique (H_2SO_4) TA=0°F
- **Coloration rose** : il y a titrage avec l'acide sulfurique 0,02N

III.4.3.9. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le titre alcalimétrique complet (TAC) fournit des informations sur la concentration des hydroxydes alcalins, des carbonates et des bicarbonates dans l'eau. Cette analyse permet d'évaluer la teneur totale des composés alcalins présents dans l'eau. Le TAC est souvent utilisé pour évaluer l'alcalinité de l'eau et son potentiel de neutralisation des acides [26].

Mode opératoire

- Prendre 100ml de l'eau à analyser dans un erlenmeyer ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré Méthylorange ;
- Commencer le titrage en ajoutant lentement la solution acide sulfurique 0.02N ;
- Agiter doucement le mélange tout en continuant d'ajouter l'acide sulfurique ;
- Observer attentivement les changements de couleur ;
- Arrêter le titrage dès que le point d'équivalence est atteint, indiqué par un changement de couleur.

Remarque

- **Coloration orange** : pas de titrage avec l'acide sulfurique H_2SO_4 : TAC=0°F.
- **Coloration jaune** : il y a titrage avec l'acide sulfurique H_2SO_4 (0,02N).

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Eau de reconstitution

Les résultats de l'analyse de l'eau de reconstitution sont regroupés dans le **tableau** ci-dessous.

Tableau IV. 1 : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau du process de la laiterie

Paramètres	Résultats	Normes de l'entreprise
pH (25°C)	7,86	6,5-8,5
Conductivité (ms/cm)	5,71	0,03-8
Chlorure (mg/l)	36,66	<50
TH (°F)	14,6	10-20
TA (°F)	0	0
TAC (°F)	18,44	<25

Ce tableau représente les résultats des analyses de l'eau de reconstitution utiliser pour un traitement de lait UHT, le tableau montre que tous les paramètres analyses sont conformes, cela indique que on peut utiliser la poudre pour la fabrication du lait, les résultats obtenus démontrent que chaque paramètre étudié respecte les normes établies par l'entreprise Candia pour la qualité de son eau. Cette conformité atteste de l'efficacité du traitement quotidien de l'adoucissement des eaux au sein de l'entreprise, permettant ainsi d'obtenir une eau de process de haute qualité. Cette qualité de l'eau favorise la mouillabilité et la solubilité optimale de la poudre de lait, contribuant ainsi à améliorer les processus de production.

IV.1.1. Le pH

Le pH du lait reconstitué se situe dans les limites acceptables, ce qui garantit un goût et une odeur agréables du produit final. De plus, le maintien d'un pH adéquat contribue à prévenir la corrosion des tuyaux et des équipements utilisés dans le processus de fabrication. Ainsi, en respectant les normes du pH établies, nous assurons la qualité globale du lait reconstitué et préservons l'intégrité des installations industrielles.

IV.1.2. La conductivité

Le résultat est conforme, une conductivité élevée induit une augmentation de la concentration des ions dissous dans la solution. De plus, une température plus élevée entraîne une plus grande mobilité des ions dans l'eau.

IV.1.3. Chlorure [Cl]

Les chlorures sont à l'origine du goût désagréable de l'eau. Elles peuvent également être à l'origine de la corrosion dans les canalisations et réservoirs. Les teneurs maximales tolérées pour les chlorures sont de 50 mg/l, or nos échantillons en contiennent 36,66 mg/l, valeur située dans les normes tolérées.

IV.1.4. TH (°F)

Le résultat du test de dureté de l'eau (TH) est conforme, montrant que la quantité d'ions de magnésium (Mg) et de potassium (K) est dans les normes. Cela garantit l'absence de dépôts de calcaire lors du chauffage de l'eau, tout en assurant une bonne stabilité du pH du lait. De plus, avec un TH inférieur à 15°F, la solubilité de la poudre du lait est favorisée, évitant ainsi l'entartrage des canalisations.

IV.1.5. TA et TAC (°F)

Les résultats TA et TAC indiquent que l'eau est conforme. La valeur de TA est 0 F° ce qui signifie une nulle alcalinité, et le TAC est de 18,44, indiquant la quantité d'acide nécessaire pour neutraliser les composés alcalins. Ces résultats suggèrent une alcalinité modérée de l'eau, ce qui est bénéfique pour éviter l'entartrage des canalisations.

IV.2. Poudre de lait

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau

Tableau IV. 2 : Résultats des analyses physico-chimiques et du test sensoriel de la poudre de lait (0% et 26% MG)

Paramètres	Poudre de lait	Poudre de lait	Norme	
	0% MG	26% MG	Norme	
PH (20°C)	6,67	6,71	6,6 – 6,8	
Acidité (°D)	14,2	12,1	12 – 15	
Bain d'huile (min)	9	13	>5min	>12min
Humidité	2.22	2.42	Max 5%	
Ramsdell	2,2	1,8	1,6 à 3	
Couleur	Blanche	Blanche	Blanche	
Test de filtration	A	A	A	
Gout et odeur	normal	Normal	Absence de gout de rance	

Ce tableau représente les résultats des analyses de la poudre du lait utilisé pour un traitement UHT demi écrémé, ces sont conformes aux normes fixées par l'unité Tchir-lait « Candia ».

IV.2.1. pH

Les résultats obtenus sont conformes aux normes, elles renseignent sur l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement sa stabilité, car le pH influence la solubilité des protéines.

IV.2.2. Acidité (°D)

L'acidité titrable des poudres de lait sont dans les normes ; il s'agit d'une acidité naturelle du lait normal, alors il n'y a pas de risque de coagulation du lait reconstitué pendant les traitements thermiques.

IV.2.3. Bain d'huile et Ramsdell

Les résultats des tests de stabilité (Ramsdell, bain d'huile) nous affirment que le lait est apte à subir un traitement à haute température de 140°C pendant un certain temps sans se coagulation.

IV.2.4. Humidité

La faible teneur de la poudre en eau (2,31% pour la 0%MG et 2,87% pour la 26% MG) est protégée contre les altérations qui pourraient la rendre inutilisable. En conditionnant correctement le produit (utilisation d'un sac en polyéthylène doublé de sacs en papier) et en le stockant à température ambiante, on évite toute augmentation de l'humidité, préservant ainsi l'intégrité du lait en poudre.

IV.2.5. Test de filtration

L'absence d'impuretés lors du test de filtrabilité affirme que la poudre de lait est de bonne qualité hygiénique. La différence de couleur entre les deux poudres s'explique par la teneur en matières grasses qui confère une couleur jaunâtre pour la poudre 26 % et une couleur blanche pour la poudre 0%.

Conclusion

Les poudres du lait 0% et 26% utilisées par l'unité Candia sont de bonnes caractéristiques physico-chimiques.

IV.3. Produit fini (lait UHT)

IV.3.1. Les produits intermédiaires

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus pour les produits intermédiaires (lait reconstitué et pasteurisé) sont présentés dans le tableau

Tableau IV. 3 : Résultats d'analyses physico-chimiques des produits intermédiaires "CANDIA"

Paramètres	Tank de reconstitution	Tank tampon (prélèvement de lait pasteurisé)	Normes de l'entreprise
T °C	20° C	19,7° C	20° C
pH	6.79	6,84	6,6 – 6,9
Densité	1,035	1,035	1,034 – 1,035
Test Ramsdell	1.9	1.8	<2,5
Ac. Dornic (°D)	13.1	1.35	12 – 14

Ce tableau représente les résultats des analyses physico-chimiques, ces les résultats indiquent que les normes de l'entreprise sont respectées pour les laits reconstitués et pasteurisés. En effet, toutes les valeurs des paramètres recherchés sont conformes aux normes, ce qui indique que ces produits sont préparés correctement et peuvent être utilisés dans la production du produit final. L'objectif des recherches effectuées par l'usine sur ces produits est de détecter d'éventuels problèmes survenus en amont de la chaîne de production. Ainsi, si une non-conformité est identifiée et peut être corrigée, l'usine procédera à la correction avant d'acheminer ces laits vers la fabrication du produit final.

IV.3.2. Le produit fini (lait UHT)

Tableau IV. 4 : Résultats d'analyses physico-chimiques du produit fini

Paramètres	Résultats	Normes
T(°C)	25	25
PH	6,76	6,6-6,8
Peroxyde (g/l)	0	0
Densité	1,032	1,032-1,033
Acidité(°D)	13,5	12-14
Ramesdall(ml)	1,9	<2,5
M.G(g/l)	16,1	15,5-16,3
EST	107,4	106-107,3
ESD (g/l)	91,55	90-94

Le tableau précédent représente les résultats des analyses physico-chimique du produit fini, l'analyse de ce tableau montre que tous les paramètres analysés sont conformes aux normes ce qui laisse supposer une bonne maîtrise du traitement thermique et du conditionnement.

IV.3.2.1. pH

Les résultats obtenus sont conformes aux normes de l'entreprise, ce qui démontre la stabilité de la chaîne de production et la préservation de la stabilité et la durée de conservation du lait.

IV.3.2.2. Peroxyde

Des niveaux élevés de peroxyde de lait peuvent être indicatifs d'une détérioration du lait, ce qui peut altérer le goût, l'odeur et la valeur nutritive du produit.

Les résultats indiquent une valeur de 0 pour le peroxyde du lait, ce qui est conforme à la norme de l'entreprise qui est également de 0. Cela signifie qu'aucun peroxyde de lait n'a été détecté dans l'échantillon analysé, ce qui est un excellent résultat, il indique un lait frais et de haute qualité.

IV.3.2.3. La Densité

Les résultats obtenus sur la densité est conforme aux normes internes de l'entreprise.

IV.3.2.4. Acidité

L'analyse de l'acidité titrable du lait qu'on a effectuée a donné un résultat de 13,5, ce qui se situe dans les normes établies par l'entreprise "CANDIA" (entre 12 et 14). Cette valeur indique que l'acidité du lait est dans la plage acceptable, suggérant une stabilité adéquate du produit.

IV.3.2.5. Ramsdall

Les résultats de l'analyse indiquent que le lait produit par la laiterie est conforme aux normes de l'entreprise en termes de volume de phosphate monopotassique, assurant ainsi sa stabilité. De plus, l'analyse sensorielle confirme l'absence de défauts de goût, d'odeur ou de couleur, ce qui renforce la qualité du lait appréciée par les consommateurs.

IV.3.2.6. Matière grasse (MG)

Le résultat obtenu confirme que notre lait présente la teneur en matière grasse souhaitée, indiquant ainsi que notre produit est conforme aux normes de qualité. De plus, le test de Gerber effectué démontre que le lait est bien homogénéisé. L'homogénéisation joue un rôle crucial en assurant une dispersion uniforme des matières grasses dans le lait, ce qui garantit une répartition homogène de la teneur en matière grasse dans l'ensemble de l'échantillon.

IV.3.2.7. L'extrait sec total et dégraissé (EST et ESD)

Les résultats sont conformes ce qui montre que la qualité des matières solides (protéines, M.G, minéraux, les sucres) respecte les normes de l'entreprise, ce qui nous donne un contrôle sur la dilution ou l'ajout de l'eau par la connaissance de la quantité des matières solides dedans.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce mémoire sur la fabrication et analyse du lait UHT "Candia" a permis d'approfondir notre compréhension de cette méthode de production spécifique. Nous avons examiné les différentes étapes du processus, depuis la réception des matières premières jusqu'au conditionnement final du lait UHT.

Nous avons constaté que le lait UHT offre de nombreux avantages, notamment sa longue durée de conservation sans réfrigération, ce qui le rend pratique et économique pour les consommateurs. La technologie de fabrication du lait UHT, avec son traitement thermique intensif, permet d'éliminer les bactéries et de maintenir la qualité et la sécurité alimentaire du produit.

Au cours de notre étude, nous avons également abordé la question du contrôle de qualité, en mettant en évidence l'importance des analyses physico-chimiques effectuées à chaque étape du processus de fabrication. Ces contrôles rigoureux garantissent la conformité aux normes de qualité et la sécurité du produit final.

Enfin, nous avons exploré les différents aspects liés à la formulation du lait UHT, en mettant en évidence l'importance de maintenir un équilibre optimal entre la teneur en matières grasses et les caractéristiques organoleptiques du lait.

Ce mémoire nous a permis d'approfondir nos connaissances en génie des procédés, en nous familiarisant avec les techniques de fabrication du lait UHT et les mesures de contrôle de qualité associées. Nous espérons que cette étude contribuera à une meilleure compréhension du processus de fabrication du lait UHT "Candia" et sera bénéfique pour l'industrie laitière dans son ensemble.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] N.BENHEDAN, « Qualité microbiologique du lait cru destinée à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien », mémoire de magister, Université MENTOURI, Constantine (2012).
- [2] R. JEANTET, T. CROGUENEC, M.MAHAUT, P.SCHUCK, G. BRULÉ, « Les produits laitiers 2^{ème} Ed », techniques et documentations-Lavoisier, 185 (2008).
- [3] E.Fredot « Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la Diététique », techniques et documentations - Lavoisier, Paris, 397 (2007).
- [4] C.Alais « La micelle de caséine et la coagulation du lait », 4^{ème} édition, Ed Sepaic, Paris, 723-764 (1984).
- [5] C.Vignola, « Science et technologie du lait : transformation du lait » Ed école Polytechnique de Montréal. 154-175 (2002).
- [6] M.Apfelbaum, C.Forrat, P.Nillus, « Diététique et nutrition », Ed Masson, Paris, 479 (1995).
- [7] F, H. (n.d.). MILK ADULTERATION: FREEZING POINT DEPRESSION. iifiir.org. <https://iifiir.org/fr/fridoc/alteration-du-lait-abaissement-du-point-de-congelation-90330>
- [8] (Dairy sci. Abstr., gb., 52, n 12, 1990/12, 8960)
- [9] M.F. LUQUET, « Laits et produits laitiers : vache, brebis, chèvre : les produits laitiers, transformation et technologies », Collection Sciences et Techniques Agro-Alimentaires, 3-4, 2^{eme} Ed, 1990
- [10] Singh, T.K., et al. (2003). Chemistry and Safety of Acrylamide in Food. Advances in Experimental Medicine and Biology, 561, 269-279
- [11] Drake, M.A. (2006). Flavor of Dairy Products. In Dairy Processing and Quality Assurance (pp. 221-243).
- [12] Otlés, S., & Cagindi, Ö. (2003). The Use of Probiotics in Dairy Products.
- [13] N.GUEZLANE-TEBIBEL, N.BOURAS Nouredine, M.OULD EL HADJ Mohamed Didi, «Les mycotoxines : un danger de santé public », Algerian Journal of Arid And Environment (AJAE) (2008)
- [14] C.ESNAUT, A.MANSOUR, « Un nouveau procédé d'injection de vapeur : application à la mise au point d'un nouveau traitement thermique du lait », 70, 233-254 (1990).
- [15] P.O.FANICA, « Le lait, la vache et le citadin : du XVII^e au XXI^e siècle », Quae éditions, 400 (2008).
- [16] R.EARLY, « The technology of dairy products », ed Springer, 32-34 (1998).
- [17] M. RANKEN, R.C KILL, C.BAKER « Food industries manual », ed Springer (1997).

Références bibliographiques

- [18] D.F.NEWSTEAD, G.PATERSON, S.G.ANEMA, C.J.COKER, A.R. WEWALA, « Plasmin activity in direct-steam-injection UHT-processed reconstituted milk: Effects of preheat treatment », *International dairy journal*, 16, 573–579 (2006).
- [19] FAO. (1995) « Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine (Vol. 28) », Food & Agriculture Org, 135-145 (1995).
- [20] J.POUYAT-LECLERE, I.BIRLOUEZ-ARAGON, « Cuisson et santé : la cuisson, c'est capital pour la santé », ed Alpen Editions, 85-89 (2005).
- [21] J.MOTTAR, « Considérations sur la cinétique chimique de réchauffement du lait à ultrahaute température ». *Le Lait, Dairy science*, 61(608), 503-516 (1981).
- [22] M.Pellet, « Contribution à l'étude du lait stérilisé », *Le lait, Dairy science* (1928).
- [23] G.DEBRY, « Lait, nutrition et santé » technique et documentation - Lavoisier, 21-89 (2001).
- [24] F.GAUCHERON, « Minéraux et produits laitiers » techniques et documentations - Lavoisier, Paris, 81-112(2003).
- [25] Boularak A. (2005). Ministère du commerce : Guide des déterminations analytiques des laits et produits laitiers. la Direction Générale du contrôle Economique et de la Répression des Fraudes.
- [26] Juilerat M.A. et Badoud R. (2010). Acides aminés et protéines. In : « Science et technologie des aliments. Edition. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne. pp. 80-82.

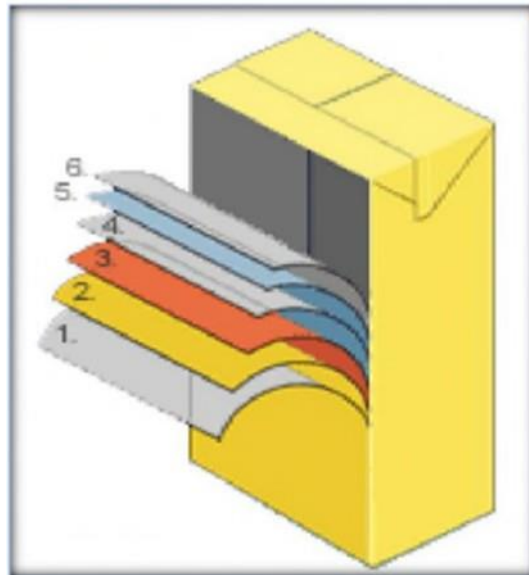
Annexes

L'annexe 01

L'emballage aseptique Tétra Pak

L'emballage aseptique consiste à placer les produits traités par UHT dans des contenants préstérilisés, et ce, dans un milieu stérile.

L'emballage devra assurer une protection complète contre la lumière et l'oxygène de l'air. Un emballage pour lait de longue conservation devra donc comporter une fine couche de feuille d'aluminium, prise en sandwich entre des couches de polyéthylène. Contenant aseptique Tétra Pak :



1. Polyéthylène : **protection contre les moisissures.**
2. Papier : **résistance et stabilité.**
3. Polyéthylène : **adhésion**
4. Feuille d'aluminium : **protection contre l'oxygène, et la lumière et préservation des arômes.**
5. Polyéthylène : **adhésion.**
6. Polyéthylène : **étanchéité.**

Les contenants aseptiques Tetra Pak se composent de trois matériaux de base qui, ensemble, leur donnent trois qualités majeures : efficacité, salubrité et légèreté bien précis dans le contenant Chacun de ces matériaux joue un rôle :

Papier (75 %) : provenant de forêts renouvelables, il confère au contenant raideur et résistance.

Polyéthylène (20 %) : il garantit l'étanchéité et protège le produit des micro - organismes de l'air ambiant

Feuille d'aluminium (5 %) : elle empêche la détérioration des saveurs et arômes et tient à bonne à la pasteurisation, le procédé UHT présente l'avantage de garder les produits frais pendant des mois hors du réfrigérateur distance l'air, la lumière et tout ce qui pourrait dégrader l'aliment