

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

Université Abderrahmane Mira de Bejaïa
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de microbiologie
Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme
d'Ingénieur d'Etat en Génie Biologique

Thème

*Analyse de répétabilité et de corrélation des
paramètres physico-chimiques du lait UHT demi
écrémé produit par la laiterie Tchîn-lait/Candia*

Membres de Jury :

Président: M^r BOUKEROUI H.

Promoteur: M^r MADANI K.

Examinatrice: M^{lle} CHIBANE N.

Présenté par :

M^{lle}: MADI Rima

M^{elle} : MERABET Meriem

Promotion 2012/ 2013

Remerciements

Nous remercions Dieu, le tout puissant pour nous avoir donné la foi qui nous a guidé jusqu'à la réalisation et l'aboutissement de ce mémoire.

Au terme de ce modeste travail nous exprimons notre profonde gratitude à notre promoteur Mr. MADANI pour l'honneur qu'il nous a accordé en nous encadrant.

Nous tenons à remercier à cœur tout le personnel de Tchén-Lait/Candia, et spécialement Mr. ABOU, Mr. MEDJBER et toute l'équipe du laboratoire physico-chimique pour avoir mis à notre disposition tout au long de notre stage les moyens nécessaires pour le bon déroulement de ce dernier et de nous avoir aidé le long de cette période.

Nous tenons à remercier vivement Mr. BOUKEROUI qui nous fait un immense honneur de présider le jury et nous souhaitons exprimer toute notre reconnaissance à M^{lle}. CHIBANE pour l'honneur qu'elle nous accorde en acceptant d'évaluer ce modeste travail.

Nous exprimons notre grande reconnaissance à tous les enseignants qui nous ont suivis durant notre formation en particulier Mr. BENSAD, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail et à tous ceux qui nous ont soutenu moralement par leur affection et qui nous ont permis par leurs conseils et leur soutien quotidien de toujours avancer.

Merci

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour, mon estime, ma reconnaissance et ma profonde affection. Je ne saurais vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi, et ce que vous faites jusqu'à présent. Que Dieu vous garde et vous accorde longue vie.

A la mémoire de ma grande mère, que Dieu la garde dans son vaste paradis

A mes très chères sœurs Anissa et Amina

A mes chères tantes

A mes chers cousines et cousins

Ainsi qu'aux membres de toute ma famille

A toutes mes copines

Enfin A toute la promotion 2012-2013 surtout mon très cher binôme Rima

A tous ce qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Meriem

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour, mon estime, ma reconnaissance et ma profonde affection. Je ne saurais vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi, et ce que vous faites jusqu'à présent. Que Dieu vous garde et vous accorde longue vie.

A la mémoire de mes grands parents, que Dieu les garde dans son vaste paradis

A mes très chères sœurs Amina et Sihem

A mon très cher frère Rafik

A mes très chers neveux Akram et Chemseddine

A mon beau frère Redouane

A ma très chère grand-mère

A mes chers cousines et cousins

Ainsi qu'aux membres de toute ma famille

A toutes mes copines surtout Hanane

Enfin A toute la promotion 2012-2013 surtout mon très cher binôme Meriem

A tous ce qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Rima

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

°C : Degrés Celsius.

°D : Degré Dornic.

d : Densité.

DAG : Directeur de l'Administration Générale.

DLC : Date Limite de Consommation.

EST : Extrait Sec Total.

ESD : Extrait Sec Dégraissé.

°f : Degré français

FAO: Food and Agriculture Organization.

Fc : Facteur de Correction.

FPD : Freeze Point Depression.

g: Grammes.

°GL: Degré Gay-Lussac.

h : Heure.

HTST: High Temperature Short Time.

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

Kcal: Kilo Calories.

Kg: Kilogramme.

KJ: kilo Joule.

l: Litres.

LTLT: Low Temperature Low Time.

Max: Maximum.

Min: Minimum.

mg : Milligramme.

MG : Matière Grasse.

ml : Millilitres.

MP : Matière Protéique.

MST : Matière Sèche Totale.

N : Normalité.

N : Numéro.

NF : Norme Française.

NIE : Norme Interne de l'Entreprise.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PDG : Président Directeur Général.

pH: Potentiel d'Hydrogène.

RN : Route Nationale.

S : Seconde.

TBA : Tétra Brick Aseptique

TR : Tank de Reconstitution.

TS: Tank Stérile.

TT: Tank Tampon.

UHT: Ultra Haute Température.

V : Volume.

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page ou Annexe
I	Composition chimique du lait	04
II	Les caractéristiques physico-chimiques du lait	05
III	Principaux germes de contamination du lait	06
IV	La valeur nutritionnelle moyenne pour 100 ml du lait U.H.T demi écrémé	10
V	Analyse physico-chimiques effectuées pour un lait UHT demi écrémé	20
VI	Analyse de corrélation entre les quatre paramètres physico-chimiques	37
VII	Analyse de corrélation des quatre paramètres physico-chimiques en fonction des jours	38
VIII	Composition moyenne du lait de différentes espèces animales	I
IX	Composition moyenne des laits UHT	I
X	Résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour le pH durant 28 jours	IV
XI	Résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour l'acidité durant 28 jours	IV
XII	Résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour la MG durant 28 jours	IV
XIII	Résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour l'EST durant 28 jours	IV

Liste des figures

Numéro	Titre	Page ou Annexe
1	Diagramme de fabrication du lait stérilisé UHT demi écrémé « Candia »	15
2	Les différents produits de Candia Tchiv-lait	17
3	L'organigramme de la l'unité Tchiv-lait Candia	18
4	Echelle colorimétrique du peroxyde	21
5	Milkoscan	28
6	Représentation graphique de l'évolution des moyennes des pH par rapport à la norme en fonction des jours	29
7	Représentation graphique de l'évolution des écart-types des pH par rapport à l'écart-type de la norme en fonction des jours	30
8	Représentation graphique de l'évolution de l'erreur standard des pH en fonction des jours	30
9	Représentation graphique de l'évolution des moyennes des acidités par rapport à la norme en fonction des jours	31
10	Représentation graphique de l'évolution des écart-types des acidités par rapport à l'écart-type de la norme en fonction des jours	32
11	Représentation graphique de l'évolution des erreurs standard des acidités en fonction des jours	32
12	Représentation graphique de l'évolution des moyennes des MG par rapport à la norme en fonction des jours	33
13	Représentation graphique de l'évolution des écart-types des MG par rapport à l'écart-type de la norme en fonction des jours	33
14	Représentation graphique de l'évolution des erreurs standard des MG en fonction des jours	34
15	Représentation graphique de l'évolution des moyennes des EST par rapport à la norme en fonction des jours	34
16	Représentation graphique de l'évolution des écart-types des EST par rapport à l'écart-type de la norme en fonction des jours	35
17	Représentation graphique de l'évolution des erreurs standard des EST en fonction des jours	35
18	Les différentes couches de l'emballage Tétra Pack	II

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Listes des figures

Introduction..... 01

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le lait

I.1. Définition du lait.....	02
I.2. Composition chimique du lait.....	02
I.2.1. L'eau.....	02
I.2.2. La matière azotée.....	02
I.2.3. Les glucides.....	02
I.2.4. La matière grasse.....	03
I.2.5. Les minéraux.....	03
I.2.6. Constituants mineurs.....	03
I.3. Propriétés organoleptiques.....	04
I.4. Propriétés physico-chimiques du lait.....	05
I.5. Propriétés Microbiologies du lait.....	05
I.6.1. Flore originelle (indigène).....	05
I.6.2. Flore de contamination.....	06
I.6. Valeur nutritionnelle du lait.....	06
I.7. Techniques de conservation du lait.....	07
I.7.1. Conservation par le froid.....	07
a. Réfrigération.....	07
b. Congélation.....	07
I.7.2. Conservation par la chaleur.....	07
a. La pasteurisation.....	07
b. La stérilisation.....	08

Chapitre II : Lait stérilisé UHT demi écrémé

II.1. Définition du lait stérilisé UHT.....	09
II.2. Caractéristiques exigées.....	09
II.3. Valeur nutritionnelle du lait UHT demi écrémé.....	10
II.4. Les matières premières.....	10
II.4.1. Eau de process.....	10
II.4.2. Poudre de lait.....	11

II.5. Technologie du lait stérilisé UHT demi écrémé.....	12
II.5.1. La reconstitution.....	12
a. Inclusion de la poudre de lait.....	12
b. Agitation et filtration.....	12
c. Réfrigération.....	12
II.5.2. La pasteurisation.....	12
a. Préchauffage.....	13
b. Dégazage.....	13
c. Homogénéisation.....	13
d. Pasteurisation proprement dite.....	13
II.5.3. La stérilisation UHT.....	14
a. Préchauffage.....	14
b. Homogénéisation.....	14
c. Stérilisation UHT proprement dite.....	14
II.5.4. Conditionnement aseptique.....	14

Partie pratique

Présentation de l'unité d'accueil.....	16
--	----

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Mode de prélèvement et d'échantillonnage.....	19
III.2. Analyse physico-chimique du lait stérilisé UHT.....	20
III.2.1. Test du peroxyde.....	21
III.2.2. Test organoleptiques.....	21
III.2.3. Mesure du pH.....	21
III.2.4. Détermination de l'acidité titrable.....	22
III.2.5. Détermination de la densité.....	23
III.2.6. Détermination de l'extrait sec total.....	23
III.2.7. Détermination de la matière grasse.....	24
III.2.8. Les tests de stabilité.....	25
✚ Test de stabilité à l'alcool.....	25
✚ Test de stabilité à l'ébullition.....	26
✚ Test de Ramsdell.....	26
III.2.9. Milkoscan.....	27

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	29
IV.1.1. Test peroxyde.....	29
IV.1.2. Test organoleptiques.....	29
IV.1.3. pH.....	29
IV.1.4. Acidité.....	31
IV.1.5. Matière grasse.....	33

IV.1.6. Extrait sec total.....	34
IV.1.7. Densité.....	36
IV.1.8. Test de stabilité.....	36
IV.2. Analyse de corrélation.....	37
Conclusion.....	39

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

Le lait peut être considéré comme l'un des aliments les plus anciens qui existent dans l'histoire de l'homme et, vu l'importance et la grandeur des chiffres de production et de consommation de lait dans le monde, il n'est pas étonnant que la science poursuive ses investigations quant à ses caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et surtout nutritives (**Legrusse, 2003**).

En raison de sa richesse en nutriments, le lait constitue un excellent milieu de culture pour les microorganismes, c'est la raison pour laquelle les altérations d'origine microbienne sont plus fréquentes. Les méthodes de conservation visent donc avant tout à stopper la prolifération des germes et de mettre le produit à l'abri des modifications physico-chimiques afin de commercialiser un aliment d'une qualité supérieure.

Parmi ces traitements, la stérilisation à Ultra haute température (UHT), qui est une révolution technologique à efficacité stérilisatrice, est considérée comme un traitement de choix. La température élevée employée permet la destruction totale de la microflore du lait et la dénaturation des enzymes de dégradation tout en conservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait permettant ainsi l'obtention d'un produit dit «à longue durée de conservation» (3 mois au minimum). L'évolution de ces processus technologiques et de ces techniques de conservation par les méthodes de chauffage a permis l'élaboration d'une large gamme de « lait de consommation » qui se distinguent par leur composition, leur qualité et leur durée de conservation (**Guiraud, 1998 ; Mahaut *et al.*, 2005**).

La présente étude a pour objectif la contribution au contrôle de la qualité physico-chimique du lait UHT demi écrémé fabriqué par l'unité Tchén-lait/Candia. Pour cela, plusieurs analyses ont été effectuées, afin de vérifier la conformité des résultats aux normes, la fiabilité des méthodes de mesure utilisées, la répétabilité du process ainsi que la corrélation qui peut exister entre les paramètres physico-chimiques de ce produit.

Partie
Bibliographique

Chapitre I

Généralités sur le lait

I.1. Définition du lait

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes : « le lait est comme le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée ». Il doit être collecté dans des bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache (**Luquet, 1985 ; Luquet, 1990**).

I.2. Composition chimique du lait

La composition du lait varie selon les espèces animales mais aussi selon différents facteurs tels que l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la santé de l'animale, la saison ainsi que l'âge (**Mathieu, 1998**).

I.2.1. Eau

C'est le composant le plus abondant (905 g/l) dans lequel sont dispersés tous les autres constituants du lait qui forment la matière sèche (**Mathieu, 1998**).

I.2.2. Matière azotée

La concentration de la matière azotée dans le lait est de 33 à 36g/l, elles sont représentées essentiellement par les caséines (26 à 29g/l). Le lait contient également des protéines du lactosérum (β lactoglobuline et α lactalbumine) et de l'azote non protéique (**Veisseyre et Jacquet, 1979**).

I.2.3. Les glucides

Dans le lait de vache, les glucides sont représentés essentiellement par le lactose. Ce dernier joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substrat de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et galactose, puis transforment ces hexoses en acide lactique (**Cheftel et Cheftel, 1992**).

Il renferme aussi d'autres sucres : glucose, galactose à raison de quelques dizaines de milligramme par litre (mg/l) et en quantité tout aussi peu importante des glucides azotés (**Mathieu, 1998**).

I.2.4. Matière grasse

La matière grasse du lait est sous forme d'une émulsion de globules gras de 0,1 à 20 microns de diamètre, elle est composée de triglycérides, des phospholipides, des protéines et des composants liposolubles tels que le cholestérol, carotène... **(Luquet, 1985)**.

I.2.5. Minéraux

La quantité des minéraux contenus dans le lait après incinération varie de 0,60% à 0,90% **(Carole et Vignola, 2002)**.

Parmi ces minéraux on trouve le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium pour les cations et le phosphate, le chlorure et le citrate pour les anions **(Gaucheron, 2004)**.

I.2.6. Constituants mineurs

a) Vitamines

Le lait contient la quasi-totalité des vitamines qui se répartissent en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B, vitamine C) qui se retrouvent dans la phase aqueuse (lait écrémé, lactosérum) ;
- Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) qui sont associées à la matière grasse **(FAO, 1995 ; Legrusse, 2003)**.

b) Enzymes

Dans les conditions normales, le lait contient une grande variété d'enzymes, certaines d'entre elles jouent un rôle antibactérien et peuvent apporter une protection au lait comme les lysozymes et les lactoperoxydases et d'autres peuvent être responsables de la modification de la composition du lait et de la qualité organoleptique des produits laitiers **(Luquet, 1985 ; Louaileche, 1997)**.

c) Gaz dissous

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone, azote et de l'oxygène **(Carole et Vignola, 2002)**.

Constituants	Masse moyenne (g/l)	Pourcentage (%)
Eau	902	87,5
Matière sèche totale (MST)	130	12,6
Glucides	49	4,75
Matière grasse	39	3,78
Matières azotées	33	3,2
Matières salines	9	0,87
Autres (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces	/

Tableau I : Composition chimique du lait (Goursaud et Cuvelier, 1999).

I.3. Propriétés organoleptiques

L'aspect, l'odeur, la saveur et la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais (Vierling, 2008).

■ Couleur

La couleur, blanc mat, est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène, à la caséine et à la vitamine B₂ (Vierling, 2008).

■ 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 (Vierling, 2008).

■ Saveur

Il a une saveur légèrement sucrée due à la présence d'un taux de lactose. Elle évolue en fonction de la température du lait lors de la dégustation (Vierling, 2008).

I.4. Propriétés physico-chimiques du lait

Le tableau suivant résume les différentes propriétés physico-chimiques du lait :

Paramètres	Caractéristiques
Masse volumique (g/l)	La masse volumique d'un lait frais à une température ambiante varie de 1,028 à 1,032 g/l
Point de congélation (°C)	Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau qui varie de -0,530°C à -0,575°C
Point d'ébullition (°C)	Le point d'ébullition du lait est légèrement supérieur à celui de l'eau (105°C)
Acidité du lait (°D)	L'acidité naturelle du lait varie de 13 à 17°D
Potentiel d'Hydrogène (pH)	Le pH d'un lait frais se situe entre 6,6 et 6,8. Il caractérise l'état de fraîcheur du lait

Tableau II : Les caractéristiques physico-chimiques du lait (**Carole et Vignola, 2002**).

°C : Degré Celsius

°D : Degré Dornic

I.5. Microbiologie du lait

Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne. De ce fait on trouve que le lait comporte une flore originelle (indigène) et une flore de contamination (**Guiraud, 2003**).

I.5.1. Flore originelle (indigène)

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml), Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques et lactobacilles (**Guiraud, 2003**).

D'autres micro-organismes peuvent se trouver dans cet aliment lorsqu'il est issu d'un animal malade. Ils sont généralement pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire. Ces microorganismes peuvent s'agir d'agents d'infection des mamelles, ou de microorganismes d'infections générales qui peuvent passer dans le lait (**Guiraud, 2003**).

I.5.2. Flore de contamination

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origines diverses. Le tableau suivant montre les différents germes susceptibles de contaminer le lait.

Origine de la contamination	Germes
Fèces et téguments de l'animal	Coliformes, Clostridium, Enterobactéries pathogènes (<i>Salmonella</i>)
Sol	<i>Streptomyces</i> , <i>Listeria</i> , bactéries sporulées et spores fongiques
Litières et aliments	Flore banale variée, en particulier <i>Lactobacille</i> , <i>Clostridium butyrique</i>
Air et eau	Flores diverses dont <i>Pseudomonas</i> , bactéries sporulées
Equipement de traite et de stockage du lait	<i>Microcoques</i> , levures et flore lactiques (<i>Lactobacilles</i> , <i>Streptocoques</i>)
Manipulateurs	<i>Staphylocoque</i> , germes provenant de contamination fécale
Vecteurs divers (Insectes)	Flore de contamination fécale

Tableau III : Les principaux germes de contamination du lait (Guiraud, 2003)

1.6. Valeur nutritionnelle

Le lait contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune mammifère, sa valeur énergétique est de 700 Kcal /litre (Mahaut et al., 2008).

La matière grasse du lait fournit 48% de la valeur énergétique du lait entier. Elle se compose surtout de triglycérides comportant jusqu'à 62% d'acides gras insaturés particulièrement utilisés comme source d'énergie (Carole et Vignola, 2002).

Les protéines du lait possèdent une valeur nutritionnelle élevée, en particulier la lactoglobuline et la lactalbumine, riches en acides aminés soufrés. C'est une excellente source de calcium, de phosphore, de riboflavine, de thiamine, de cobalamine et de vitamine A. En revanche, il est très pauvre en fer et en cuivre, et il contient une faible quantité d'acide ascorbique, de niacine et de vitamine D (Cheftel et Cheftel, 1992).

I.7. Techniques de conservation du lait

L'industrie laitière recherche en permanence de nouvelles techniques de conservation du lait avec comme objectif d'obtenir un lait qui se conserve longtemps sans altérer les qualités nutritionnelles et organoleptiques (**Vierling, 2008**). Parmi ces techniques on cite principalement :

I.7.1. Conservation par le froid

Actuellement, le froid est un moyen très pratique de conserver les aliments, tout en préservant leur qualité nutritionnelle et organoleptique.

a. Réfrigération

La réfrigération est une technique de semi conservation, utilisée pour le stockage des denrées alimentaires à des basses températures (supérieures à 0°C). Elle a pour effet de ralentir les réactions enzymatiques et chimiques, et par conséquent la multiplication et le métabolisme des microorganismes, mais elle ne permet qu'une conservation relativement courte (quelques jours) (**Jeantet et al., 2006**).

b. Congélation

La congélation est un procédé physique désignant le changement d'état d'eau liquide en glace afin d'inhiber, retarder ou arrêter les réactions enzymatiques et la croissance des microorganismes. La congélation permet de conserver les aliments plusieurs mois à des températures négatives (-40°C) (**Jeantet et al., 2006**).

I.7.2. Conservation Par la chaleur

Contrairement à l'action du froid, la chaleur permet de détruire les microbes et non d'inhiber simplement leur développement. D'autre part elle vise à détruire les enzymes qui peuvent impliquer la détérioration du lait, ce qui permet l'amélioration de la qualité du lait (**Luquet, 1985**).

a. La pasteurisation

C'est un traitement thermique qui entraîne la destruction de la plupart des formes végétatives de microorganismes banaux et celle de tous les micro-organismes pathogènes. La pasteurisation inactive en outre la phosphatase du lait cru ainsi que d'autres enzymes. Ceci permettra de contrôler son action (**Guiraud, 2003**).

Le lait pasteurisé peut être obtenu sous différentes formes :

- Par pasteurisation à basse température, 30 minutes à 65 °C ou LTLT (Low Temperature Low Time): à peu près abandonnée en laiterie (**Guiraud, 2003**) ;
- Par pasteurisation à haute température, 15 secondes à 72°C ou HTST (High Temperature Short Time). Le lait peut être livré à la consommation en vrac ou conditionné. Il doit être conservé à une température inférieure à 10°C, pour une durée limite de consommation (DLC) de 7 jours après conditionnement (**Guiraud, 2003 ; Mahaut et al., 2008**) ;
- Flash pasteurisation, de 85 à 90 °C pendant 1 à 2 secondes : Elle est pratiquée sur les laits crus; la phosphatase et la peroxydase sont détruites (**Mahaut et al., 2008**).

b. La stérilisation

Processus qui consiste à chauffer le lait à plus de 100°C afin d'obtenir un produit de longue conservation, il existe deux types de stérilisation :

➤ **Stérilisation simple**

La stérilisation vise à obtenir un produit stable au cours d'une longue conservation (5 à 6 mois), c'est-à-dire exempt de microorganismes susceptibles de s'y développer et d'y provoquer des altérations. Dans ce cas les bouteilles ou les boîtes de lait hermétiquement closes, passent dans un stérilisateur en continu où sont chauffées à 115°C pendant 20 minutes puis refroidi progressivement (**Joffin et Joffin, 2003**).

➤ **Stérilisation Ultra Haute Température (UHT)**

C'est une technique permettant la longue conservation (quelques mois) du lait et des produits alimentaires liquides en les exposant à un chauffage bref et intensif, qui détruit les microorganismes présents dans le produit (**Joffin et Joffin, 2003**).

Chapitre II

Généralités sur le lait UHT

II.1. Lait stérilisé U.H.T

Le lait U.H.T est un lait traité à ultra haute température par la chaleur, laquelle doit détruire ou inhiber totalement les enzymes, les microorganismes pathogènes et leurs toxines pouvant affecter la santé du consommateur, conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes. Il est réalisé à 135 °C à 150 °C pendant 2 à 5 secondes environ (**Luquet, 1990 ; Carole et Vignola, 2002**).

Ce traitement thermique permet de mieux préserver les qualités nutritionnelles et organoleptiques originelles du lait. Leur DLC est de 90 jours à température ambiante (**JORA N°69, 1993 ; Mahaut, 2000**).

Il existe 3 types de lait UHT en fonction de la teneur en matière grasse :

- **Lait UHT entier :**

Sa teneur en matière grasse est de 2,8% au minimum (28g de matière grasse au minimum par litre de lait) ;

- **Lait UHT partiellement écrémé :**

Sa teneur en matière grasse est de 1,5% à 2% (15 à 20g de matière grasse par litre de lait) ;

- **Lait UHT écrémé :**

Sa teneur en matière grasse est de 0,15% au plus (1,5g de matière grasse par litre de lait) (**J.O.R.A.N°69, 1993**).

II.2. Caractéristiques exigées

Selon la réglementation algérienne (**J.O.R.A N° 69, 1993 ; J.O.R.A N° 35 ,1998**), les laits stérilisés U.H.T doivent :

- Rester stables jusqu'à leurs date limite de consommation ;
- Etre stables à l'alcool.

En outre, ils ne doivent pas :

- Présenter de défauts organoleptiques tels que la protéolyse et les anomalies de goûts ou d'odeurs ;

- Coaguler, précipiter, flocculer à l'ébullition ;
- Présenter une acidité titrable supérieure à 1,8 g/l d'acide lactique (18 °Dornic) ;
- Avoir une variation de pH supérieure à 0,2 unité, du fait de l'incubation ;
- Contenir un nombre de micro-organismes aérobies à 30°C supérieur à 10 germes par 0,1ml.

II.3. Valeur nutritionnelle du lait UHT demi écrémé

Le lait UHT demi écrémé fabriqué par Tchou-Lait/ Candia est très riche en éléments nutritifs tels qu'ils sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Valeur énergétique	45 Kcal (188 Kj)
Protéines	3 g
Lipides (matière grasse)	1,6 g
Calcium	110 mg
Glucides	4,5 g

Tableau IV: La valeur nutritionnelle moyenne pour 100 ml du lait U.H.T demi écrémé

II.4. Les matières premières

II.4.1. Eau de process

L'eau utilisée par les industries doit être potable et notamment répondre aux standards fixés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Sur le plan:

- Microbiologique : Elle ne doit contenir aucun germe pathogène ;
- Physico-chimique: Elle ne doit pas contenir ni pesticides, ni nitrate, avoir une dureté totale comprise entre 0 et 15°f et un pH voisin de la neutralité. Il ne doit pas y avoir de substances toxiques comme des ions de métaux lourds (Plomb,...), les cyanures, les détergents, les hydrocarbures ou les phénols... **(FAO, 1995 ; Joffin et Joffin, 2003 ; Bauer, 2010).**

Si l'eau n'est pas potable de façon permanente, il est indispensable de la traiter, notamment par pasteurisation ou chloration (FAO, 1995).

II.4.2. Poudre de lait

La poudre de lait est un produit laitier obtenu par élimination de l'eau contenue dans le lait (Codex alimentarius, 2011). On répartit les poudres de lait en trois groupes :

- **La poudre de lait entier**

La dénomination « lait entier en poudre » ou « poudre de lait entier », correspond à un lait dont la teneur en matière grasse laitière est égale au minimum à 26% en poids (Codex alimentarius, 2011).

- **La poudre de lait demi écrémé**

La dénomination « lait partiellement écrémé en poudre » ou « poudre de lait partiellement écrémé », correspond à un lait dont la teneur en matière grasse laitière est supérieure à 1,5 % et inférieure à 26 % en poids (Codex alimentarius, 2011).

- **La poudre de lait écrémé**

La teneur en matière grasse laitière ne doit pas excéder 1,5% en poids (Codex alimentarius, 2011).

Au niveau de l'unité Tchén-lait « CANDIA » trois types de poudre sont utilisées :

- La poudre à 26% de matière grasse ;
- La poudre à 0% de matière grasse ;
- La poudre à 14,5% de matière grasse.

II.5. Technologie du lait UHT demi écrémé

II.5.1. Reconstitution

La reconstitution du lait consiste à mélanger la poudre du lait (0% et 26%), avec l'eau de process (15°f) à une température de 22 à 25 °C afin d'obtenir un produit fini dont la teneur en matière grasse est de 16 g/l (1,5 à 2%) (FAO, 1995).

a) Inclusion de la poudre

La poudre de lait est incluse progressivement et manuellement en quantités mesurées dans un tank appelé triblinder duquel elle est soutirée vers liquivérter où elle sera mélanger avec l'eau de process. Le mélange est ensuite acheminé vers les tanks de reconstitution (TR) (Moller, 2000).

b) Agitation et filtration

Les tanks de reconstitution sont équipés d'un système d'agitation permettant ainsi d'éviter la formation de grosses particules de lait et sédimentation au fond des récipients. L'agitation a pour but d'augmenter la dispersion, et favorise l'hydratation afin d'éviter la formation d'agglomérats (Avezard, 1980).

Lorsque toute la poudre est bien mélangée, l'agitateur s'arrête et le contenu du tank est laissé au repos jusqu'à la dissolution complète de la poudre, c'est le temps d'hydratation qui est d'environ une heure (Moller, 2000).

Ensuite, le lait est soutiré à travers des filtres pour éliminer tout ce qui n'est pas dissout et bien mélangé.

c) Réfrigération

Le lait reconstitué et filtré est ensuite acheminé vers un échangeur de chaleur à plaques où il est refroidit à 5°C par l'eau glacée (Moller, 2000).

II.5.2. Pasteurisation

Au niveau de Tchín-Lait/Candia, la ligne de traitement est composée des étapes suivantes :

➤ **Préchauffage**

Le lait ainsi reconstitué et refroidi, est soutiré du TR puis pompé vers l'échangeur à plaques, dans la section de préchauffage où il est chauffé à une température de 65°C à 68°C (FAO, 1995).

➤ **Dégazage**

Le lait préchauffé est introduit tangentiellement dans la cuve sous vide correspondant à un point d'évaporation de l'eau sous l'effet de la température à une pression de -0,65 bars. Les gaz véhiculés par la vapeur montent vers le haut de la chambre et sont aspirés par la pompe sous vide placée en haut de celle-ci, alors que la vapeur se condense dans le condensateur en spirale et retombent dans le produit liquide.

Le dégazage a pour but :

- D'éliminer certaines odeurs caractéristiques du lait ;
- D'éliminer les substances volatiles dans le lait reconstitué, ainsi d'éliminer l'oxygène pouvant oxyder la matière grasse du lait (FAO, 1995).

Le lait est ensuite acheminé par la sortie au fond de la chambre vers l'homogénéisateur (propre à l'entreprise).

➤ **Homogénéisation**

L'homogénéisation consiste à faire passer le lait sous une pression de 60 bars à travers des orifices très étroits qui entraîne la réduction de la taille des globules gras à environ 1/5^{ème} de leur taille initiale favorisant ainsi leur émulsion dans la phase aqueuse et éviter la remonter en surface de la matière grasse du lait (Cheftel et Cheftel, 1992 ; Bauer et al., 2010).

➤ **Pasteurisation proprement dite**

Le lait sort de l'homogénéisateur à 60°C, il est conduit vers l'échangeur à plaques pour être chauffé à 90°C puis vers le chambreur où il séjourne 30 secondes. Ensuite le lait pasteurisé subi un refroidissement à 5°C avec de l'eau glacée puis stocké dans des tanks tampons (TT) (Veisseyer et Jacquet, 1979 ; Guiraud, 1998).

II.5.3. Stérilisation

La stérilisation du lait passe par plusieurs étapes :

➤ **Préchauffage**

Le lait pasteurisé stocké au niveau du tank tampon (TT) est pompé vers le bac de lancement de l'installation UHT, qui a une capacité de 6600 L/h, puis vers la section de chauffage à 75°C (**propre à l'entreprise**).

➤ **Homogénéisation**

Le lait préchauffé subit une seconde homogénéisation à une forte pression de 200 bars avant de gagner la section de chauffage (la stérilisation proprement dit) (**Cheftel et Cheftel, 1992**).

➤ **Stérilisation UHT proprement dite**

Le lait ainsi homogénéisé arrive à la section de chauffage de l'échangeur à plaques où il est amené à une température de 140°C pendant 3-4 secondes dans un circuit fermé (chambreur). Après le chauffage, le lait subit un refroidissement jusqu'à 20°C puis il est envoyé au tank stérile (TS) (**Propre à l'entreprise**).

II.5.4. Conditionnement Aseptique

Le produit est conditionné aseptiquement à l'aide d'une conditionneuse appelée Tétra Brick Aseptique (TBA), la stérilisation des emballages est assurée par trempage de la bande de papier carton dans une solution chaude de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) puis essoré partiellement entre deux rouleaux et séché à l'air chaud (**Muthwill et al., 1998**).

Les récipients utilisés sont d'un volume de 200 ml et 1 litre, opaques, imperméables aux gaz, à l'eau et à la lumière, sans saveur ni odeur et d'utilisation facile. Le produit fini est ainsi stocké à température ambiante (**Muthwill et al., 1998**).

Les étapes de fabrication du lait UHT demi écrémé sont résumées dans la figure suivante :

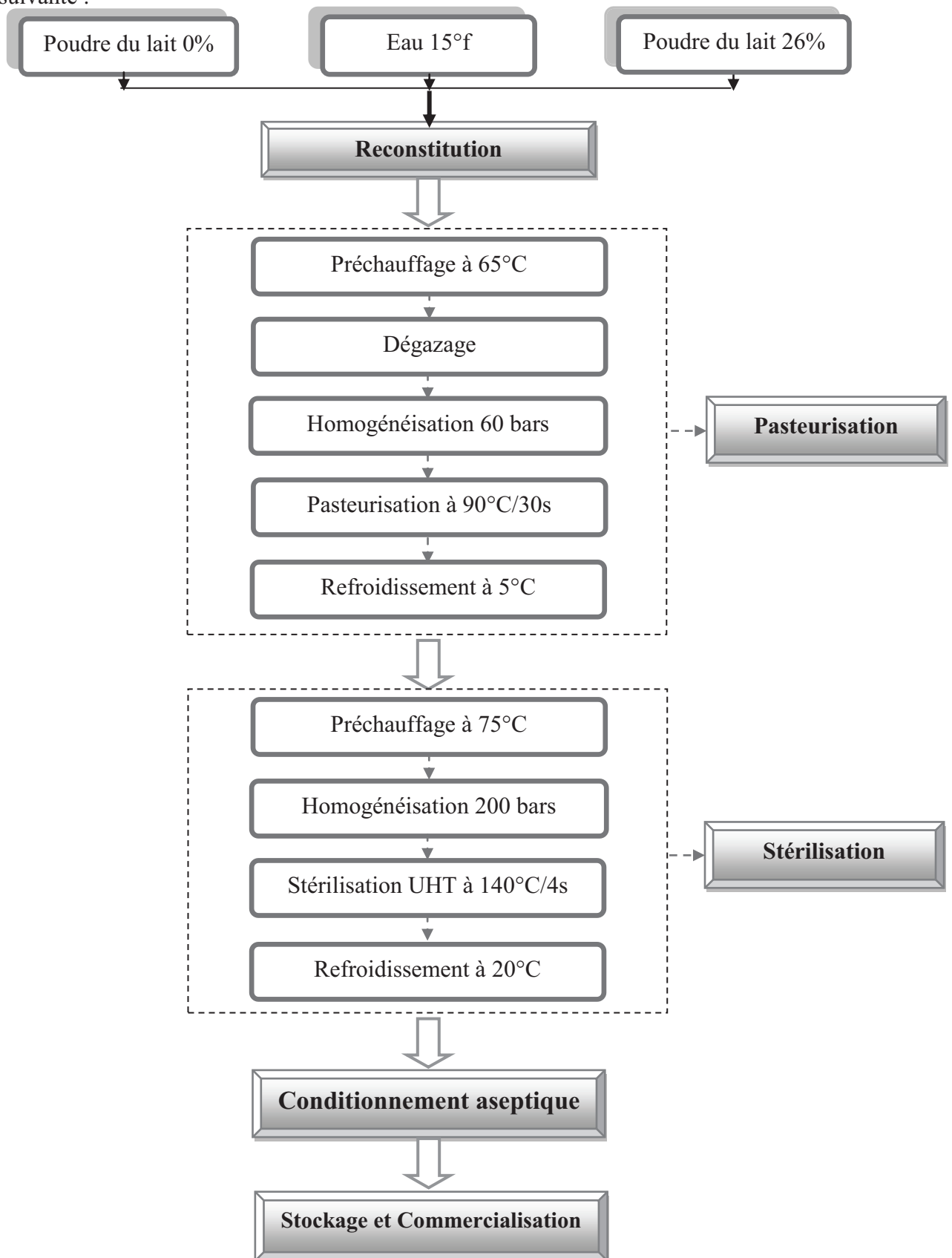


Figure N°01: Diagramme de fabrication du lait stérilisé U.H.T demi écrémé (Candia)

Partie

Pratique

I. L'unité Tchîn-lait

I.1. Présentation de l'unité

L'unité Tchîn-lait a été créée en 2000, et devenue opératrice en 2001 après avoir obtenu la franchise de la marque française « CANDIA ».

Tchîn-lait est une laiterie, importante sur l'ancien site de limonaderie Tchîn-tchîn à l'entrée de la ville de Bejaïa, sur la route nationale N°12 Bir Slam. Elle est dotée d'un équipement ultra moderne, de très grande capacité 400 000 litres/jour format 1 litre et 30 000 litres/jour de format 200ml.

Vingt cinq tests de contrôle sont effectués quotidiennement d'une manière permanente et régulière au sein des laboratoires physico-chimique et bactériologique durant le cycle de production. En plus de ces tests de qualité, le lait UHT est conservé durant 72 heures avant sa commercialisation, pour avoir la garantie d'un lait stérilisé.

Tchîn-lait comprend :

- Un atelier de production : reconstitution du lait, traitement thermique et conditionnement ;
- Un laboratoire : pour analyse microbiologiques et physicochimiques du lait ;
- Les unités : chaudières, station de traitement des eaux, salle compresseurs, groupes électrogènes, onduleurs et station de froid ;
- Direction administration générale, direction commerciale, direction marketing, service achats et approvisionnement, service finances et comptabilités ;
- Tchîn-lait emploie 500 personnes.

I.2. Produits de l'unité Tchîn-lait :

La laiterie Tchîn-Lait/Candia se concentre sur la fabrication du lait stérilisé UHT.

La gamme de production Tchîn-Lait est constituée de:

1. Lait longue conservation: conditionné en emballage Tétra Pack et Combibloc de 1 litre :

- Lait stérilisé UHT entier ;
- Lait stérilisé UHT partiellement écrémé ;

- Lait stérilisé UHT écrémé dénommé « Silhouette » enrichi en vitamine D ;
- Lait stérilisé UHT partiellement écrémé dénommé « Viva » enrichi en vitamines B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₈, B₉, B₁₂, E, D.

2. Laits boissons: Conditionnés en emballage Combibloc de 1 litre, Tétra Pack de 20 centilitre avec paille et 1 litre avec bouchon :

- Lait additionné de jus de fruits (orange-ananas, pêche-abricot et fruit des bois) dénommé « Candy-jus »;
- Lait stérilisé UHT chocolaté, dénommé « Candy-Choco ».

3. Jus de fruits : conditionnés en emballage, Tétra Pack de 20 centilitre avec paille et Combibloc de 1 litre :

- Boisson à l'orange ;
- Cocktail de fruits.

4. Poudre instantanée :

- Lait entier en poudre, enrichi en vitamine A et D.



Figure N°02 : Les différents produits de Candia Tchîn-lait.

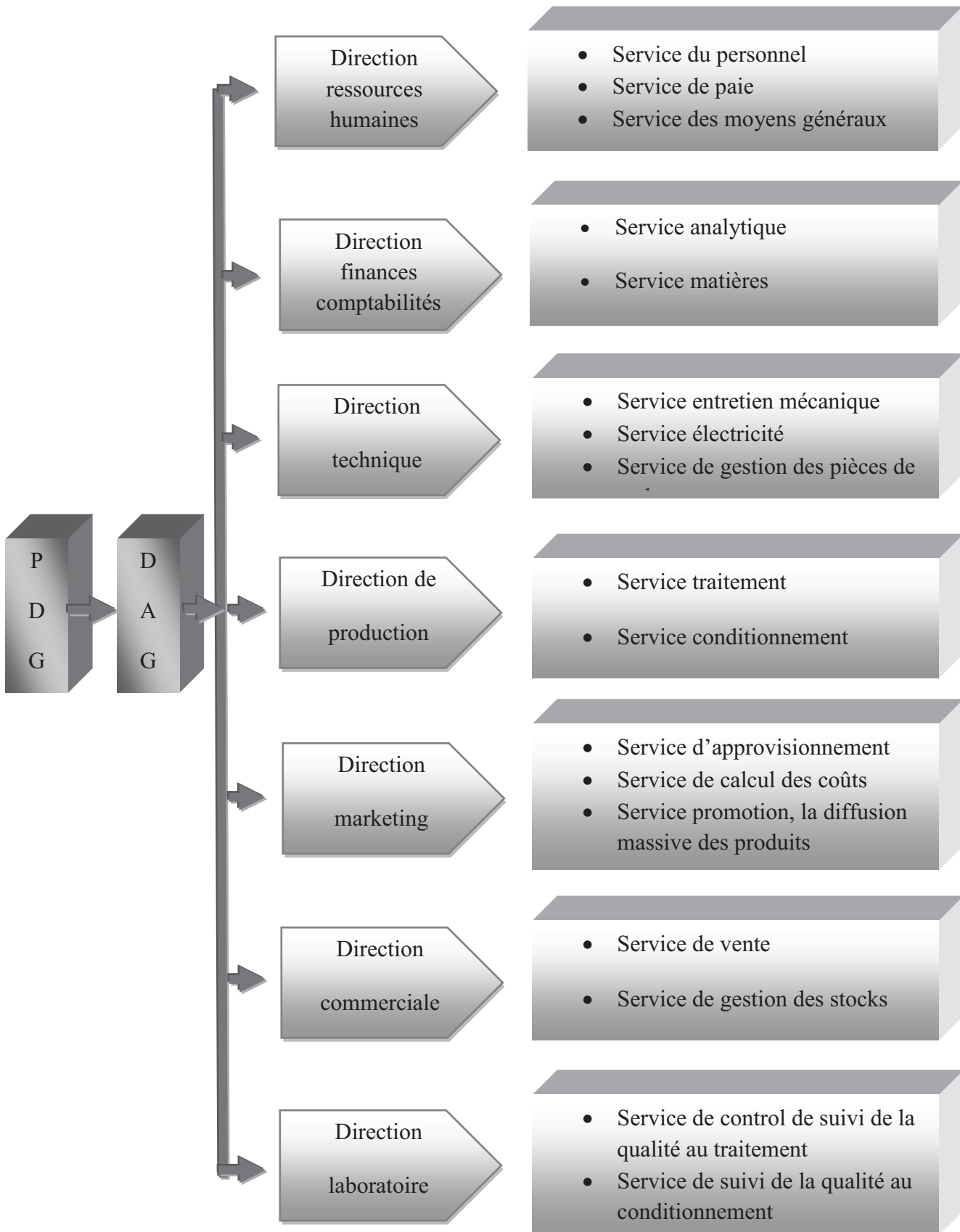


Figure N°03 : L'organigramme de l'unité Tchín-lait CANDIA.

Chapitre III

Matériels et Méthodes

III. Matériel et méthodes

III.1. Mode de prélèvement et d'échantillonnage

La préparation de l'échantillon et le prélèvement de la portion servant à l'analyse sont les deux premières étapes d'une analyse physico-chimique. Ces étapes sont importantes pour la réussite d'une analyse, car l'exactitude du résultat en dépend (**Ghaoues S, 2011**).

L'échantillonnage doit être donc représentatif du produit à tester, prélevé de manière à éviter toute détérioration et toute modification de composition ; ainsi que toute contamination du produit par le manipulateur ou l'environnement (**Ghaoues S, 2011**).

Pour suivre la qualité physico-chimique du lait UHT demi écrémé (produit fini), on a effectué un prélèvement de 3 bricks à différents stades de production du même lot, dans les mêmes conditions et suivant la même ligne de production (A₃ Speed 1L) :

- Une brick au début de la production ;
- Une brick au milieu de la production ;
- Une brick à la fin de la production.

III.2. Analyses physico-chimiques

Le contrôle physico-chimique a pour objectif de garantir au lait stérilisé UHT demi écrémé la stabilité, la consistance et la fraîcheur. Les paramètres étudiés sont illustrés dans le tableau suivant:

Echantillons	Paramètres étudiés	Normes
Produit fini (brick)	Goût et odeur	Normaux (J.O.R.A N°69,1993)
	Couleur	Blanche (J.O.R.A N°69,1993)
	pH	6,6-6,8 (NIE)
	Acidité	12-15°D (NIE)
	Densité	1,032-1,034 (NIE) 1,030-1,034 (J.O.R.A N°69,1993)
	MG	15,5-16,5g/l (NIE)
	EST	106-107,5 (NIE)
	Test à l'alcool	Négatif (J.O.R.A N°35,1998)
	Test à l'ébullition	Négatif (J.O.R.A N°35,1998)
	Test Ramsdell	≥ 2,3ml (NIE)
	Peroxydase	Négatif (NIE)

Tableau V : Analyse physico-chimiques effectuées pour un lait UHT demi écrémé

NIE : Norme interne de l'entreprise.

III.2.1. Test du peroxyde (Anonyme I)

C'est un test effectué pour vérifier de manière rapide et simple l'élimination complète du peroxyde d'hydrogène avant le remplissage, pour garantir que le produit fini ne contiendra pas de désinfectant.

➤ **Mode opératoire**

- Immerger la zone réactionnelle de la languette test pendant environ deux secondes dans le lait ;
- Secouer la languette vigoureusement pour en éliminer l'excédent du lait et attendre quelques secondes pour faire la lecture.

➤ **Expression de résultats**

- Comparer la couleur de la zone réactionnelle à l'échelle colorimétrique sur l'emballage des bandelettes et exprimer la concentration du peroxyde H₂O₂ en mg/l.

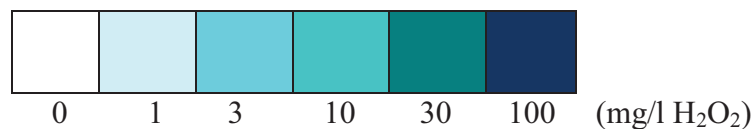


Figure N°4: Echelle colorimétrique du peroxyde.

III.2.2. Tests organoleptiques (Goût, odeur et couleur)

Les tests d'appréciation pour le goût, l'odeur et la couleur sont effectués pour tous les échantillons analysés et sont déterminés par les organes sensoriels du manipulateur. Ces examens peuvent apporter certaines indications sur la qualité du produit. **(Guiraud et Galzy, 1980).**

III.2.3. Détermination du potentiel d'Hydrogène (pH)

La mesure du pH du lait sert à renseigner sur l'état du lait. L'évolution de l'acidité ou de l'alcalinité d'un lait ou encore l'activité métabolique des micro-organismes dans le lait se fait par mesure directe de son pH à 20°C.

➤ **Principe**

Le pH sert à quantifier la concentration en ions H⁺ dans l'échantillon. Ces ions lui confèrent son caractère acide ou basique, cette mesure est effectuée par un pH-mètre **(Rejsek, 2002).**

➤ **Mode opératoire**

- Etalonner le pH-mètre, en émergeant les électrodes dans deux solutions, l'une à pH 7 et l'autre à pH 4 ;
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Plonger l'électrode dans l'échantillon à analyser. La mesure du pH doit se faire à 20°C (NF-V 04-385 AFNOR, 1999).

➤ **Expression de résultats**

La valeur du pH est directement lue sur le cadran du pH-mètre et exprimée par 2 chiffres après la virgule.

III.2.4. Détermination de l'acidité titrable (NF-V 04-206 AFNOR, 1999).

La mesure de l'acidité du lait est la quantité d'acide lactique contenue dans un litre de lait exprimée en degrés Dornic (°D).

➤ **Principe**

La détermination de l'acidité titrable consiste en un titrage d'une quantité de lait avec une solution d'hydroxyde de sodium (0,111N) jusqu'au pH de 8,30.

➤ **Mode opératoire**

- Introduire 10 ml d'échantillon à analyser dans un bécher ;
- Titrer avec une solution basique de NaOH (0,111N) jusqu'à l'indication, par le pH-mètre, d'un pH de 8,3 ;
- Lire le volume de la chute de la burette.

➤ **Expression de résultats**

$$\text{Acidité (°D)} = V * 10 * Fc$$

Où :

V : volume de la chute de la burette.

Fc : facteur de correction (égale à 1,038).

Remarque : L'acidité peut être exprimée en degré Dornic (°D) ou en gramme d'acide lactique par litre de lait, sachant que :

$$1^{\circ}\text{D} = 0,1 \text{ g d'acide lactique/litre (Carole et Vignola, 2002)}$$

III.2.5. Détermination de la densité (NF-V 04-204 AFNOR, 1999).

➤ Principe

La densité est déterminée à une température de 20°C, au moyen du lactodensimètre mené d'une tige graduée.

➤ Mode opératoire

- Verser le lait à analyser dans une éprouvette inclinée ;
- Introduire le lactodensimètre dans l'éprouvette en le tenant par l'extrémité de la tige graduée ;
- Le lait doit déborder pour éliminer les traces de mousses ;
- Laisser stabiliser 30 secondes à 1 minute avant d'effectuer la lecture de la graduation.

➤ Expression de résultats

$$\text{Densité} = X * 10^{-3} + 1$$

Où :

X : correspond à la lecture lue sur le lactodensimètre.

III.2.6. Détermination du taux d'extrait sec total (EST) (NF-V 04-207 AFNOR, 1999).

C'est la quantité de la matière sèche contenue dans un litre de produit, il est exprimé en pourcentage massique ou en (g/l).

➤ Principe

Cette mesure est effectuée au moyen d'un dessiccateur à infrarouge, muni d'une balance de précision, le résultat s'affiche en pourcentage.

➤ **Mode opératoire**

- Mettre une coupelle dans le dessiccateur puis tarer ;
- Mettre dans la coupelle 11 g de sable puis tarer ;
- Peser 3 g du volume du lait prélevé par une pipette ;
- Mélanger bien à l'aide du bâtonnet avec le sable, étaler sur toute la surface de la coupelle ;
- Fermer l'ouverture du dessiccateur ;
- La fin de l'analyse se manifeste par une sonnerie, puis lire le résultat affiché en pourcentage.

➤ **Expression de résultats**

$$\text{EST (g /l)} = L * 10 * d$$

Où :

EST : extrait sec total.

L : lecture en pourcentage.

d : la densité du lait.

III.2.7. Détermination du taux de la matière grasse (Méthode de GERBER ou Acido-butyrométrie) (NF-V 04-210 AFNOR, 1999).

La méthode de Gerber permet d'évaluer la teneur en matière grasse du lait ou le taux butyreux, qui est le nombre de gramme de matière grasse (MG) dans un kilogramme ou un litre de lait (g/l).

➤ **Principe**

Elle consiste à une dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique et de la matière grasse du lait par centrifugation dans un butyromètre.

La séparation de la matière grasse des autres composants du lait est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso-amylque.

➤ **Mode opératoire**

- Introduire dans un butyromètre, 10 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) à 91% ;
- Ajouter 1 ml de lait à analyser ;
- Ajouter 1 ml d'alcool iso-amylique (Ethyl-3-Butanol) puis homogénéiser ;
- Après fermeture du butyromètre avec un bouchon, on l'introduit dans la centrifugeuse (1200 tours/minute) pendant 5 minutes.

➤ **Expression de résultats**

La teneur de la matière grasse est exprimée en g/l et obtenue par la lecture de la graduation du butyromètre, elle est exprimée par la formule suivante :

$$\text{MG (g/l)} = (\text{B} - \text{A}) * 10$$

Où :

A : valeur correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne grasse.

B : la valeur correspondant à l'extrémité supérieure de la colonne grasse.

III.2.8. Les tests de stabilité

Ces tests sont utilisés afin d'évaluer la stabilité et la fraîcheur du lait pour mieux apprécier sa qualité.

 **Test de stabilité à l'alcool**

Ce test permet de minimiser les risques de voir le lait se déstabiliser lors du traitement U.H.T et sédimenter dans les emballages après traitement thermique.

➤ **Principe**

Si le lait est en phase d'acidification, un ajout d'alcool entraîne une déstabilisation des protéines du lait qui coagulent proportionnellement à l'acidité.

➤ **Mode opératoire**

- Mettre 2 ml du lait dans le tube à essai ;
- Ajouter 2 ml d'alcool éthylique à 85 °GL (Degré Gay-Lussac) ;
- Fermer le tube et le retourner sans agitation ;
- Examiner la présence ou l'absence de floculation.

➤ **Expression des résultats**

- Homogène, lorsque le lait s'écoule le long des parois sans laisser de traces de coagulation ou de floculation : le lait est stable ;
- Floculé, lorsque le lait présente des flocons de protéines précipitées : le lait est instable **(Petranxiène et Lapied, 1981 ; Guiraud, 2003)**.

✚ **Test de stabilité à l'ébullition**

Il renseigne sur l'aptitude des laits à subir un traitement thermique sans coagulation ni floculation **(Guiraud et Galzy, 1980)**.

➤ **Principe**

Le lait peut paraître stable à température ordinaire ou à basse température mais une précipitation peut se révéler à l'ébullition **(Guiraud et Galzy, 1980)**.

➤ **Mode opératoire**

- Mettre 5ml du lait à analyser dans un tube à essai et le fermer avec un bouchon ;
- Placer le tube au bain marie pendant 10 minutes à 100°C ;
- Refroidir dans un courant d'eau froide pendant 2 minutes **(Guiraud, 2003)**.

➤ **Expression des résultats**

- Si le lait s'écoule le long des parois du tube sans laisser de traces donc le lait est normal.
- S'il laisse des grumeaux ou il se forme un coagulum, le lait est alors coagulé (acidifié) **(Petranxiène et Lapied, 1981)**.

✚ **Test de Ramsdell**

Ce test permet d'apprécier la stabilité du lait au traitement thermique en fonction de son équilibre minéral et protéique **(Odet et al., 1985)**.

➤ **Principe**

La surcharge en ions phosphates entraîne une coagulation du lait. Plus la quantité de phosphate nécessaire pour provoquer une coagulation est élevée plus le lait est stable et inversement **(Odet et al., 1985)**.

➤ **Mode opératoire**

- Préparer une série de 3 tubes contenant 10 ml de lait à tester ;
- A chacun des tubes, ajouter une solution de phosphate mono-potassique de volume de 2,4 ml, 2,5 ml et 2,6 ml respectivement ;
- Agiter ces tubes et les placer au bain-marie bouillant pendant 5 minutes ;
- Refroidir ensuite dans un courant d'eau froid pendant 2 minutes ;
- Vérifier dans quel tube le lait commence à coaguler (**Gaucher *et al.*, 2007**).

➤ **Expression des résultats**

Relever la quantité de phosphate mono-potassique exprimée en ml de solution contenue dans le premier tube de la série ayant coagulé.

- Tubes coagulés: résultat positif.
- Tubes non coagulés: résultat négatif.

Pour des résultats plus fiables, l'unité Tchén-Lait Candia utilise aussi une autre méthode en utilisant un appareil appelé Milkoscan.

III.2.9. Milkoscan (FOSS, 2002)

Le Milkoscan est un appareil simple, rapide et sûr pour l'analyse du lait, il offre une bonne précision sur tous les paramètres mesurés à partir d'un échantillon et en une seule et même opération.

➤ **Principe**

Il est basé sur une analyse par un spectrophotomètre à infrarouge. L'échantillon analysé est bombardé par un rayon à infrarouge, celui-ci est réfléchi par les molécules de matière grasse, de protéine et lactose.

Le rayon réfléchi est détecté, amplifié puis convertit en signal digital grâce à un microprocesseur.

Les paramètres déterminés par le Milkoscan sont :

- Matière grasse ;
- Matière protéique (MP) ;
- Lactose ;
- Extrait sec total (EST) ;
- Extrait sec dégraissé (ESD) ;
- Point de congélation (FPD).



Figure N°5: Milkoscan

➤ **Expression des résultats**

- Le résultat final est directement lu sur le cadran du Milkoscan, il est exprimé en pourcentage massique (g/100ml) ;
- Le résultat obtenu est multiplié par 10 pour l'exprimer en gramme par litre (g/l).

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV. Résultats des analyses physico-chimiques du lait UHT demi écrémé

IV.1. Interprétation des résultats

IV.1.1. Test peroxyde

Toutes les bricks testées présentent une concentration de 0 mg/l de peroxyde, ce qui indique qu'après stérilisation des emballages avec celui-ci, ce dernier est éliminé par séchage à hautes températures.

IV.1.2. Tests organoleptiques (Goût, odeur et couleur)

Les tests concernant le goût, l'odeur et la couleur, montrent que les échantillons du lait U.H.T demi écrémé analysés ne présentent pas de défauts qui peuvent porter préjudice à la qualité organoleptique, ce qui indique que le lait UHT est de bonne qualité (**J.O.R.A N°69, 1993**).

IV.1.3. pH

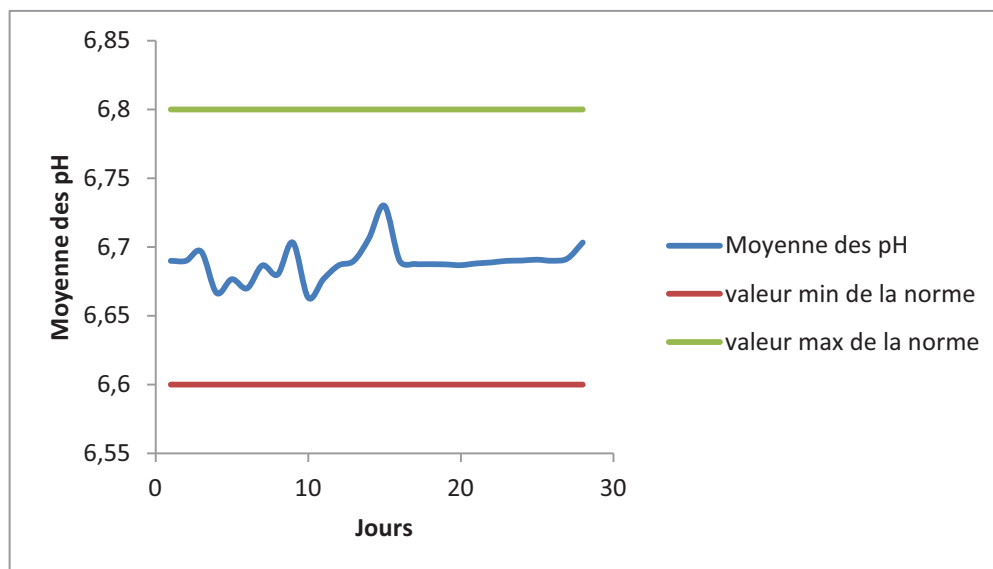


Figure N°6: Représentation graphique de l'évolution des moyennes des pH par rapport à la norme en fonction des jours.

De la figure N°6, on remarque que sur les 28 jours d'observation, toutes les moyennes des pH varient (entre 6,66-6,73) et elles sont conformes aux normes internes de l'entreprise qui est de 6,6 à 6,8. La variabilité de ces moyennes peut être due à la variabilité de la mesure elle-même ou à la variabilité de l'erreur standard du process.

✓ Afin de déterminer si la variabilité de la moyenne est due à la variabilité de la mesure elle-même on compare ses écart-types par rapport à l'écart-type de la norme.

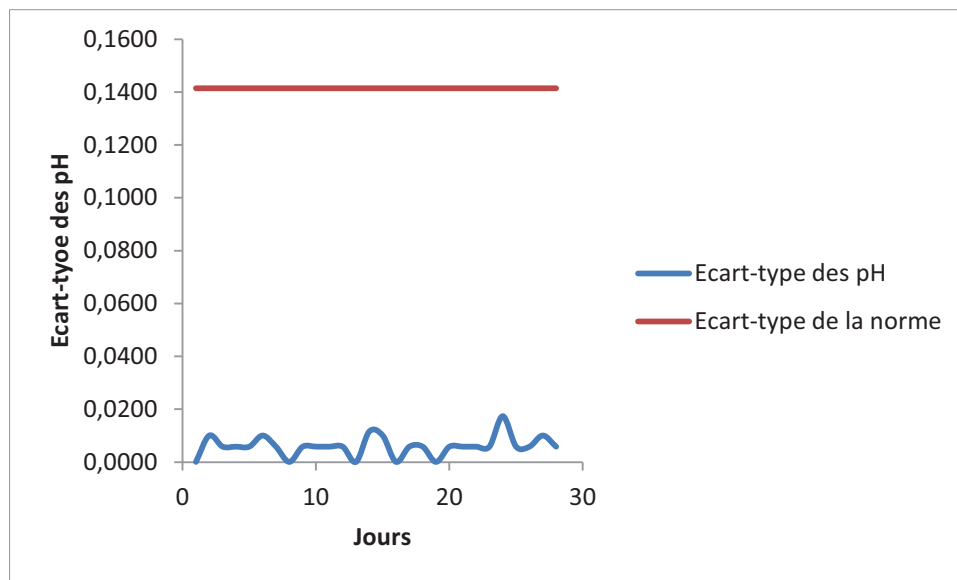


Figure N°7: Représentation graphique de l'évolution des écart-types des pH par rapport à l'écart-type de la norme en fonction des jours.

D'après la figure N°7, tous les écart-types des pH sont en dessous de l'écart-type de la norme ce qui indique qu'il n'y a pas d'erreur dans la mesure.

✓ Afin de déterminer si la variabilité de la moyenne est due aux erreurs du process, le calcul de l'erreur standard a été investit.

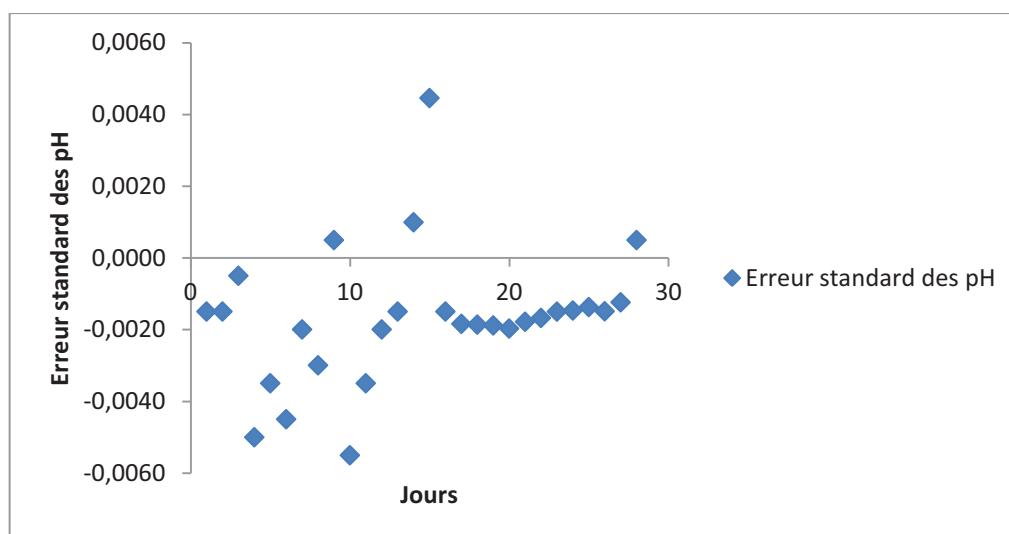


Figure N°8: Représentation graphique de l'évolution de l'erreur standard des pH en fonction des jours.

D'après la figure N°8, on constate que les erreurs standards sont aléatoires et il n'y a pas de tendance car le coefficient de corrélation est faible ($R^2=0,3070$), ce qui montre que le process est répétable au cours des 28 jours démontrant une bonne maîtrise.

IV.1.4. L'acidité

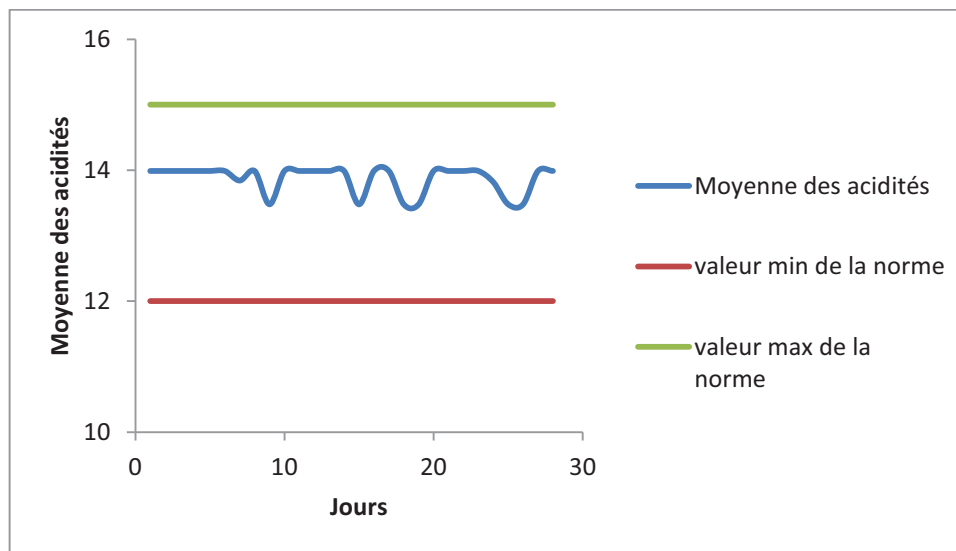


Figure N°9: Représentation graphique de l'évolution des moyennes des acidités par rapport à la norme en fonction des jours.

De la figure N°9, on remarque que sur les 28 jours d'observation, toutes les moyennes des acidités varient (13,48 et 14°D) et sont toutes dans l'intervalle de conformité fixé par l'entreprise. La variabilité de ces moyennes peut être due à la variabilité de la mesure elle-même ou à la variabilité de l'erreur standard du process.

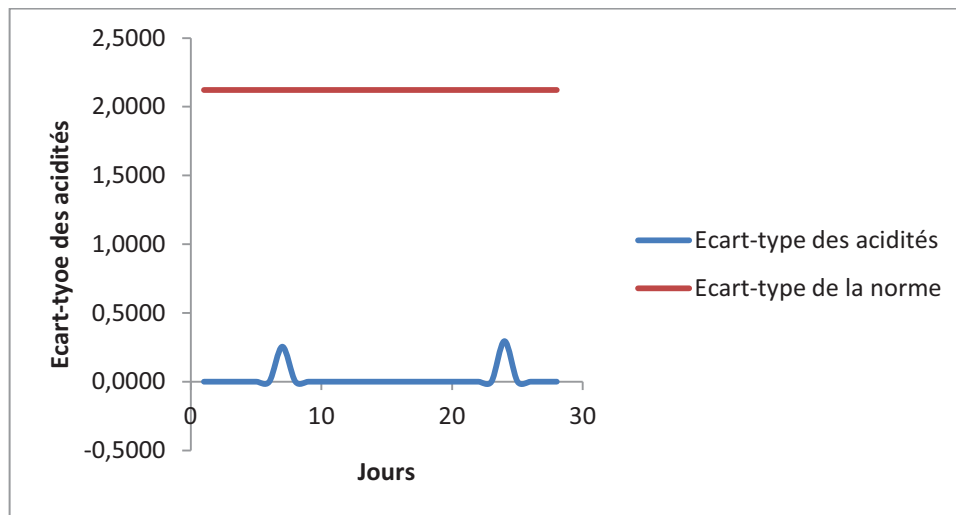


Figure N°10: Représentation graphique de l'évolution des écart-types des acidités par rapport à l'écart-type de la norme en fonction des jours.

D'après la figure N°10, tous les écart-types sont en dessous de l'écart-type de la norme ce qui indique qu'il n'y a pas d'erreur dans la mesure.

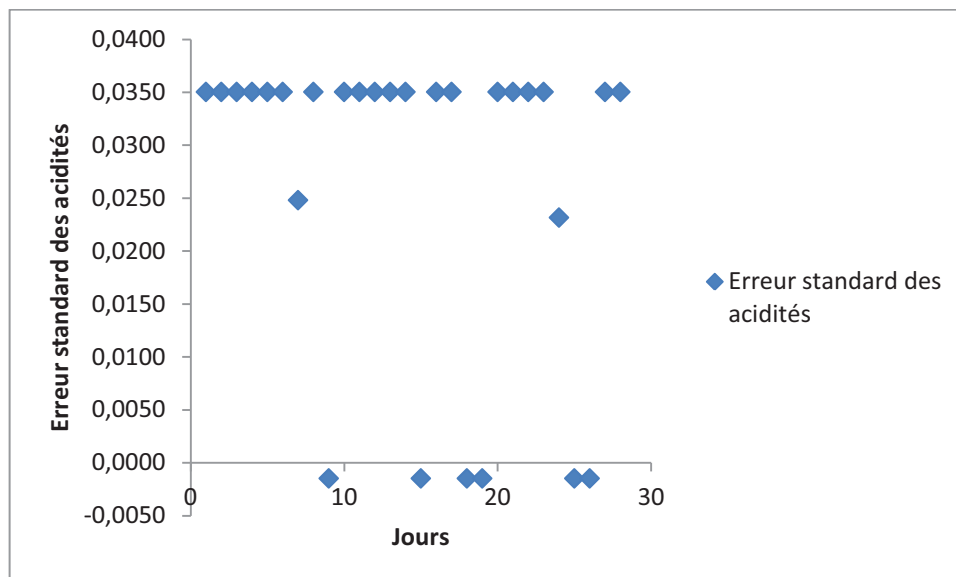


Figure N°11: Représentation graphique de l'évolution des erreurs standard des acidités en fonction des jours.

D'après la figure N°11, on constate que les erreurs sont aléatoires et il n'y a pas de tendance car le coefficient de corrélation est faible ($R^2=0,1419$), ce qui reflète que le processus est répétable au cours des 28 jours démontrant ainsi une bonne maîtrise.

IV.1.5. Matière grasse

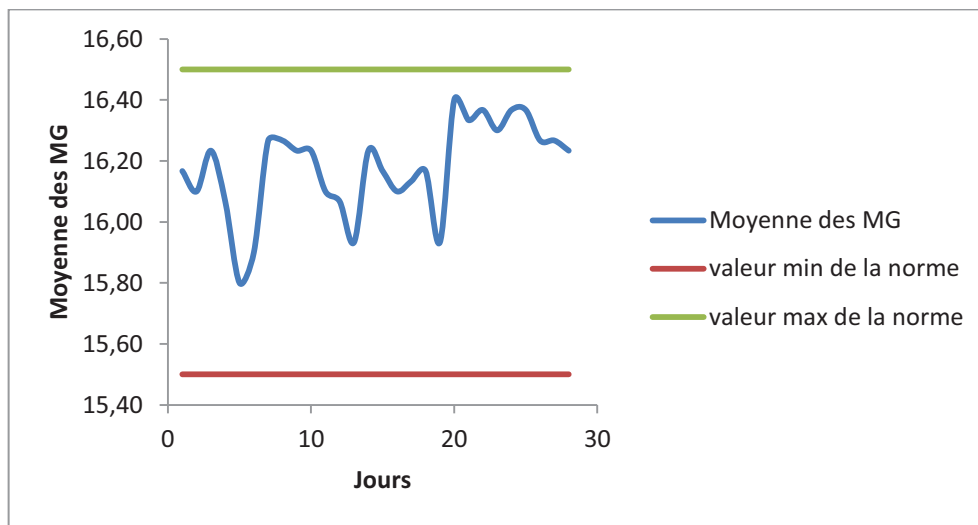


Figure N°12: Représentation graphique de l'évolution des moyennes des MG par rapport à la norme en fonction des jours.

De la figure N°12, on remarque que sur les 28 jours d'observation, toutes les moyennes des MG varient (15,5 et 16,5g/l) et sont incluses dans l'intervalle de conformité fixé par l'entreprise. La variabilité de ces moyennes peut être due à la variabilité de la mesure elle-même ou à la variabilité de l'erreur standard du process.

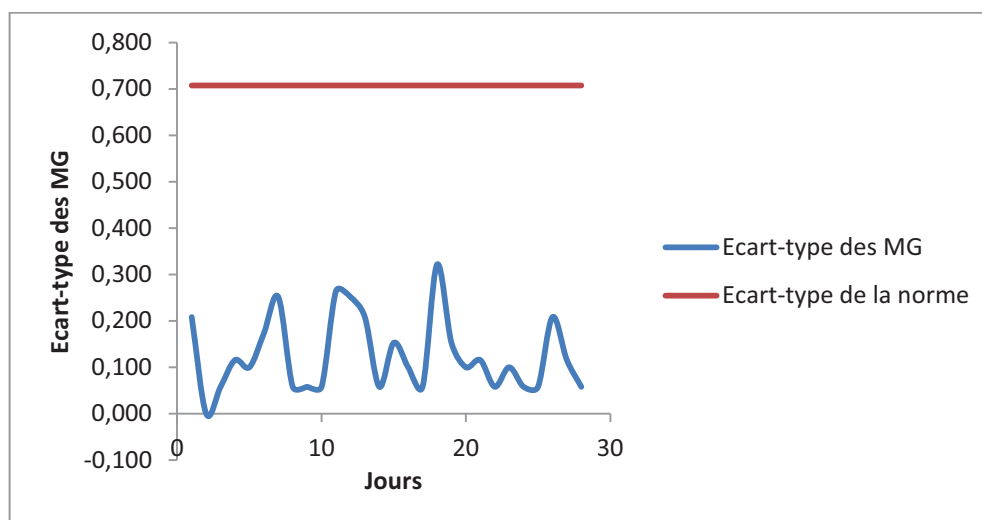


Figure N°13: Représentation graphique de l'évolution des écart-types des MG par rapport à l'écart-type de la norme en fonction des jours.

D'après la figure N°13, tous les écart-types sont en dessous de l'écart-type de la norme ce qui indique qu'il n'y a pas d'erreur dans la mesure.

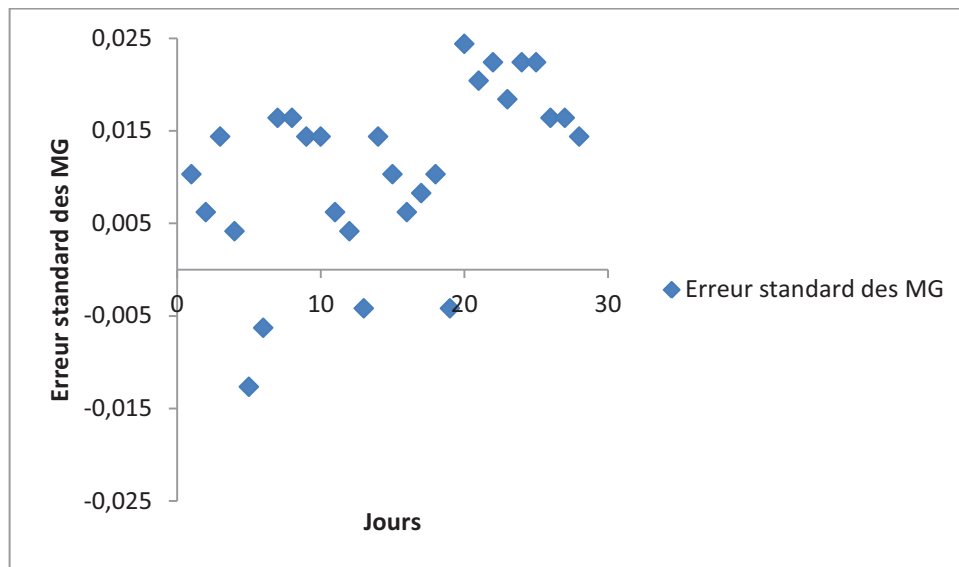


Figure N°14: Représentation graphique de l'évolution des erreurs standard des MG en fonction des jours.

D'après la figure N°14, on constate que les erreurs sont aléatoires et il n'y a pas de tendance car le coefficient de corrélation est faible ($R^2=0,4169$), ce qui reflète que le processus est répétable au cours des 28 jours d'observation démontrant une bonne maîtrise.

IV.1.6. Extrait sec total

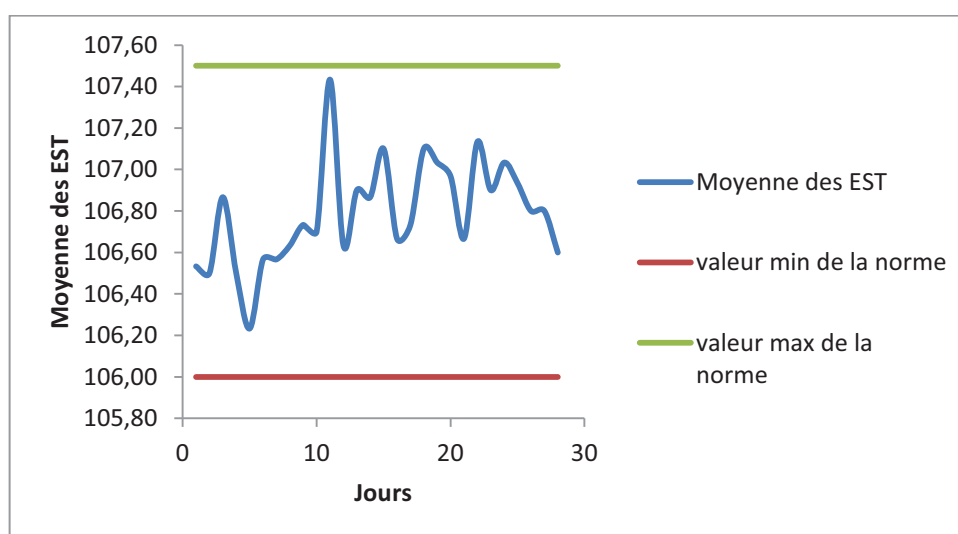


Figure N°15: Représentation graphique de l'évolution des moyennes des EST par rapport à la norme en fonction des jours.

De la figure N°15, on remarque que sur les 28 jours d'observation, toutes les moyennes des EST varient (106 et 107,5 g/l) et sont incluses dans l'intervalle de conformité fixé par l'entreprise. La variabilité de ces moyennes peut être due à la variabilité de la mesure elle-même ou à la variabilité de l'erreur standard du process.

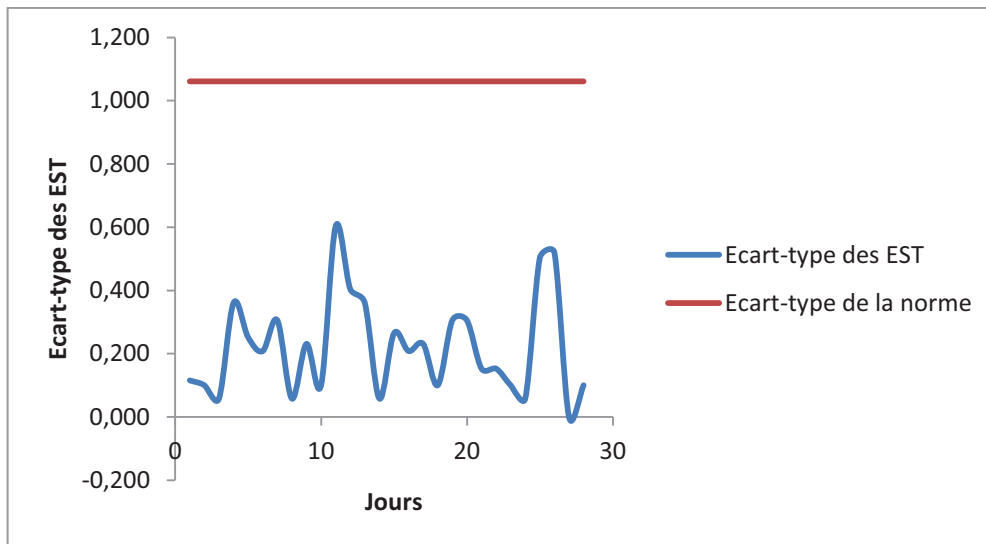


Figure N°16: Représentation graphique de l'évolution des écart-types des EST par rapport à l'écart-type de la norme en fonction des jours.

D'après la figure N°16, tous les écart-types sont en dessous de l'écart-type de la norme ce qui indique qu'il n'y a pas d'erreur dans la mesure.

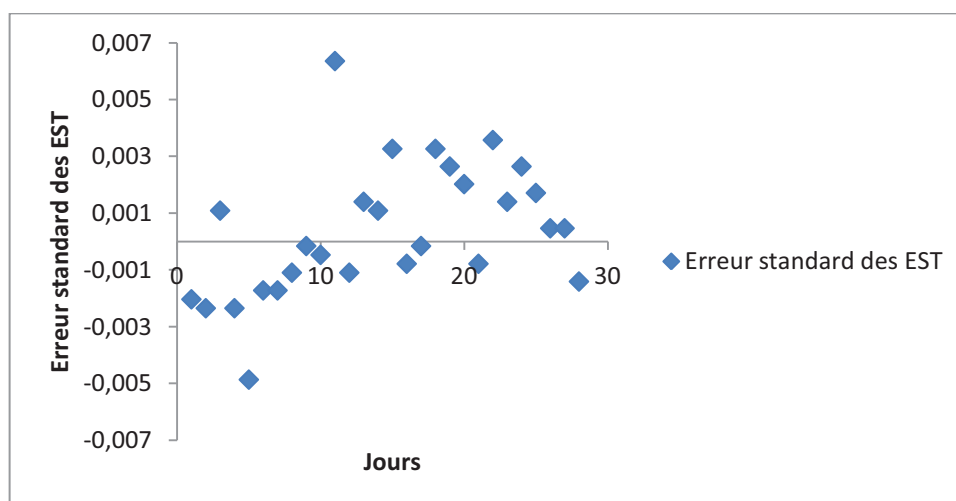


Figure N°17: Représentation graphique de l'évolution des erreurs standard des EST en fonction des jours.

D'après la figure N°17, on constate que les erreurs sont aléatoires et il n'y a pas de tendance car le coefficient de corrélation est faible ($R^2=0,4412$), ce qui montre que le process est répétable au cours des 28 jours d'observation démontrant une bonne maîtrise.

IV.1.7. Densité

D'après les résultats obtenus, la densité du lait stérilisé UHT demi écrémé est de 1,032 pour tous les échantillons analysés. Cette valeur est conforme aux normes internes de l'entreprise qui varient de 1,032 à 1,034, est celles de J.O.R.A (**J.O.R.A N° 69, 1993**).

La valeur fixe de la densité montre une répétabilité et une bonne maîtrise.

IV.1.8. Tests de stabilité

L'ensemble des résultats des tests de stabilité effectués sur le produit fini montrent une résistance au traitement thermique et une bonne stabilité.

a. Test à l'alcool

Les résultats montrent l'absence de coagulation ou de floculation dans tous les échantillons du lait analysés, ce qui indique que le produit fini, n'a subi aucune altération microbienne et cela confirme l'efficacité du traitement UHT appliqué par Tchiv-lait/Candia.

b. Test de stabilité à l'ébullition

Les résultats des analyses de tous les échantillons ne présentent pas de précipitation ou de coagulations à l'ébullition, ce qui révèle la stabilité du produit fini (**Luquet, 1985**).

c. Test de Ramsdell

Ce test est présenté par le petit volume de solution de phosphate monopotassique nécessaire pour la coagulation du lait, selon les normes adaptées par Tchiv-lait/Candia, le lait UHT demi écrémé ne doit pas se coaguler à la concentration de phosphate inférieur à 2,3 ml, et selon les résultats obtenus on remarque que le lait est stable jusqu'aux valeurs de 2,5 et 2,6ml, ce qui traduit la grande stabilité du produit fini.

IV.2. Analyse de corrélation

a. Entre les différents paramètres

Variable	pH	Acidité	MG	EST
pH	1			
Acidité	-0,371332503	1		
MG	0,231914346	-0,091701492	1	
EST	0,304551138	-0,345368809	0,333495493	1

Tableau N°VI: Analyse de corrélation entre les quatre paramètres physico-chimiques.

A partir du tableau ci-dessus, on remarque que l'essentiel des paramètres ne sont pas corrélables entre eux ce qui exige l'analyse de ces quatre paramètres afin d'évaluer la qualité du produit.

b. Entre les différents paramètres en fonction des 28 jours

D'après le tableau N°VII, nous avons fait corréler les quatre paramètres sur les 28 jours et par une approximation de deux chiffres derrière la virgule, nous avons obtenu des coefficients de corrélation ($r=1,00$) ce qui explique que pendant les 28 jours il y'a eu une répétabilité du process.

	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	J21	J22	J23	J24	J25	J26	J27	J28	
J1	1,00																												
J2	1,00	1,00																											
J3	1,00	1,00	1,00																										
J4	1,00	1,00	1,00	1,00																									
J5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																								
J6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																							
J7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																						
J8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																					
J9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																				
J10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																			
J11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																		
J12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																	
J13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00																
J14	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00															
J15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00														
J16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00													
J17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00												
J18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00											
J19	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00										
J20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
J21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
J22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00							
J23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00						
J24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
J25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
J26	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
J27	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
J28	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tableau N°VII: Analyse de corrélation des quatre paramètres (pH, acidité, MG, EST) en fonction des 28 jours

Conclusion

Conclusion

Cette étude effectuée au sein de la laiterie Tchîn-lait/Candia de Bejaïa nous a permis d'acquérir des connaissances pratiques sur l'industrie laitière, d'évaluer la stérilité du lait UHT demi écrémé par le suivi des différentes étapes de fabrication du produit et la réalisation de certaines analyses physico-chimique pour évaluer la qualité de ce dernier.

D'une façon générale, l'objectif du contrôle physicochimique est de garantir une certaine sécurité hygiénique, afin d'assurer au consommateur une alimentation saine du point de vue microbiologique et une stabilité du point de vue physicochimique.

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait UHT demi écrémé: pH, acidité, EST, MG, densité, test d'ébullition, test de l'alcool, test de Ramsdell et test de peroxyde montrent que tous les échantillons analysés sont stables et conformes aux normes régissant le lait UHT (réglementation Algérienne et normes internes de l'entreprise).

Les résultats des analyses organoleptiques (goût, odeur et couleur) du lait UHT demi écrémé montrent l'absence de toute anomalie.

Cette conformité des résultats révèle une bonne maîtrise de processus de fabrication du lait UHT demi écrémé, des mesures d'hygiène et une bonne maîtrise des analyses effectuées au niveau de laboratoire physico-chimique (**Gosta, 1995**).

D'après tous les résultats obtenus durant un mois de stage sur le produit fini UHT demi écrémé, on peut constater que si on recommence la même analyse sur des échantillons prélevés dans les mêmes conditions suivant la même ligne de production, les résultats obtenus ne sont généralement pas tous égaux entre eux, mais présentent une certaine dispersion autour d'une valeur moyenne ce qui montre que le process est répétable (**Rodier, 2005**).

L'analyse de corrélation entre les paramètres physico-chimiques (pH, acidité, MG, EST) montrent que ces derniers sont incorrélables entre eux.

A l'avenir il serait intéressant que ce travail soit repris et complété sur un nombre plus important d'échantillons des produits finis afin d'assurer une meilleure qualité.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **Avezard Cl. (1980).** Mode de recombinaison, les laits reconstitués et leur utilisation. Ed : Apria. Paris, pp. 35-62.

B

- **Bauer WJ, Badoud R, Loliger J et Etournaud A. (2010).** Science et technologie des aliments. In « *Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés* ». Ed : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.715p.

C

- **Carole L et Vignola. (2002).** transformation du lait. In « *Science et technologie du lait* ». Ecole polytechnique de Montréal, Canada. 600p.
- **Cheftel JC et Cheftel H. (1992).** Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Volume 1. Edition : Tec & Doc-Lavoisier, Paris. 400p.

F

- **FAO. (1995).** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Ed : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome. 290p.
- **Feinberg M, Favier JC et Irland RJ. (1987).** Répertoire générale des aliments. Tome 1 : Table de composition des produits laitiers. Edition : Tec et Doc- Lavoisier, Paris. pp.35.

G

- **Ghaoues S. (2011).** Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Mémoire de magister. Université Mentouri de Constantine, Institut de La Nutrition, de L'alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires I.N.A.T.A.A. 130p.
- **Gaucher I, Boubellouta T, Poit M, Beaucher E, Gaucheron F et Dufour E. (2007).** Physico-chemical characterization of phosphate-added skim milk. *International Dairy Journal*. 17, pp. 1375-1383.
- **Gaucheron F. (2004).** Minéraux et produits laitiers. Ed : Tec & Doc- Lavoisier, Paris. 219p.
- **Guiraud J et Galzy P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Ed : Usine Nouvelle, Paris. pp. 119-125.
- **Guiraud JP. (1998).** Microbiologie Alimentaire. Edition: Dunod, Paris. pp. 330-598.
- **Guiraud JP. (2003).** Microbiologie Alimentaire. Edition: Dunod, Paris. 652.
- **Gösta B. (1995).** Lait longue conservation in «*Manuel de transformation du lait*». Edition: Tetra Packs processing system AB, Sweden. pp. 215-232.
- **Goursaud J et Cuvellier GF. (1999).** Réactions enzymatiques à enzyme libre. In : «*Biotechnologie* ». 5^{ème} édition : Tec & Doc-Lavoisier, Londres, Paris, New York, pp. 365-409.

J

- **Jeantet R, Schuck P, Croguennec T et Brulé G. (2006).** Science des aliments. Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. Volume1 : Stabilisation Biologique et Physico-chimique. Edition : Tec & Doc-Lavoisier, Londres, Paris, New York. 211p.
- **Joffin C et Joffin JN. (2003).** Microbiologie alimentaire. 5^{ème} édition : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine. 344p.

L

- **Legrusse J. (2003).** Structure chimique et propriétés physicochimiques. *In «Les vitamines dans les industries agroalimentaires»*. Ed : Lavoisier, pp. 5-23.
- **Lejeune M. (2005).** Statistique : la théorie et ses applications. Ed : Springer-verlage. France. 300p.
- **Louaileche H. (1997).** Lait et laits fermentés. Editons : Lavoisier, Paris. 9p.
- **Luquet FM. (1985).** Laits et produits laitiers : vache. Brebis. chèvres. Volume 1. Les laits de la mamelle à la laiterie. Edition: Tec & Doc-Lavoisier, Paris. 338p.
- **Luquet FM. (1990).** Lait et produits laitiers : vache. Brebis. chèvre. Volume 2. Les produits laitiers. Transformation et technologie. Ed : Tec & Doc-Lavoisier, Paris. pp. 3-5.

M

- **Mahaut M, Jeantet R et Brulé G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère. Ed : Technique & Documentation, pp. 20-21.
- **Mahaut M, Jeantet R, Brulé G et Schuck P. (2005).** Les produits industriels laitiers. Ed : Lavoisier, pp. 2-7.
- **Mahaut M, Jeantet R, Schuck P, Croguennec T et Brulé G. (2008).** Les produits laitiers. 2^{ème} édition : Tec & Doc-Lavoisier, Paris. 185p.
- **Mathieu J. (1998).** Initiation à la physico-chimie du lait. Ed : Tec & Doc- Lavoisier, Paris. 220p.
- **Möller S. (2000).** La reconstitution du lait. Edition : Projet Bibliographique avec Sodiaal. Ivry-sur-Seine. pp. 32-34.
- **Muthwill F, Berger JF et Lecoq M. (1998).** Le conditionnement aseptique en continu des liquides alimentaires en complexe de papier polyéthylène et aluminium. *In « L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation »*. Ed : Tec & Doc-Lavoisier, Paris. pp. 597-614.

O

- **Odet G, Cerf O, Chevillotte J, Douard D, Gillis JC, Helaine E et Lignac J. (1985).** La maîtrise de la qualité du lait stérilisé U.H.T. Ed : Tec & Doc-Lavoisier, APRIA, Paris. pp. 25-199.

P

- **Petransxiene D et Lapied L. (1981).** La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers : Analyse et tests. 2^{ème} Ed : Technique & Documentation, pp. 132.

Q

- **Quinio Benamo M. (2005).** Probabilités et statistique d'aujourd'hui. Pourquoi faire. Comment faire. Edition : L'Harmatton. Paris. 72p.

R

- **Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux : Aspects règlementaires et techniques. Ed : Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. 70p.
- **Rodier J, Bazin C, Broutin JP, Chambou P, Champsaur H et Rodi L. (2005).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} édition : Dunod, Paris. 1260p.

V

- **Veisseyre R et Jacquet. (1979).** Constitution, Récolte, Traitement et Transformation du Lait. In « *Technologie du lait* ». Ed : La maison rustique. Paris. pp. 32-33.
- **Veisseyre R. (2001).** Statistique et probabilités pour l'ingénieur. Edition : Dunod, Paris. pp. 21-307.

● **Vierling E. (2008).** Aliments et boissons : Filière et produits. In « *Biosciences et Techniques* ». 3^{ème} Ed : Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, France. pp. 15-32.

Références numériques

- **Anonyme I. (2013).** Test Peroxyde
www.analytical-test-kits.com (page consultée le 01.05.2013).
- **Anonyme II. (2005).** Espace pédagogique- Académie de Poitiers.
ww2.ac-poitiers.fr (page consultée le 27.05.2013).
- **FOSS. (2002).** Dedicated Analytical Solutions.
www.foss.dk (page consultée le 04.05.2013).

Normes et textes réglementaires

- **AFNOR. (1999).** Lait et produits laitiers. Volume 1: Lait. Edition: AFNOR, Paris. pp. 123-136-137-138.
- **AFNOR. (1999).** Lait et produits laitiers. Volume 2 : Produits laitiers. Edition: AFNOR, Paris. pp. 300-301.
- **Codex Alimentarius. (2011).** lait et produit laitiers. 2^{ème} édition. Ed: OMS et FAO-Lavoisier. pp. 1-2.
- **J. O. R. A, N°69. (1993).**
Arrêté interministériel du 18 Août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.
- **J. O. R. A, N°35. (1998).**
Arrêté interministériel du 27 Mai 1998 relatif aux spécifications microbiologiques des laits et produits laitiers.

Annexes

Annexe I

Animaux	Eau (%)	Matière grasse (%)	Protéines (%)	Glucides (%)	Minéraux (%)
Vache	87,5	3,7	3,2	4,6	0,8
Chèvre	87	3,8	2,9	4,4	0,9
Brebis	81,5	7,4	5,3	4,8	1
Chamelle	87,6	5,4	3	3,3	0,7
Jument	88,9	1,9	2,5	6,2	0,5

Tableau N° VIII: Composition moyenne du lait de différentes espèces animales (**Carole et Vignola, 2002**).

Constituants	Lait entier stérilisé UHT (g/Kg)	Lait demi écrémé stérilisé UHT (g/Kg)	Lait écrémé stérilisé UHT (g/Kg)
Eau	878	896	910
E.S.T	122	104	90
Azote total	05	05	5,2
Protéines	31,9	31,9	32,9
Glucides	35,4	15,7	02
Lipides	44,7	45,3	45,4

Tableau N°IX: Composition moyenne des laits UHT (**Feinberg et al., 1987**).

Annexe II

L'emballage Tétra Pack

La structure type du matériau Tétra Brick aseptique est la suivante :

1. Le polyéthylène externe assure la protection de l'emballage vis-à-vis de l'environnement (eau, abrasion, etc.) ;
2. Le papier carton doit être à la fois rigide (fonction de soutien) et souple (aptitude à être formé) résistance et stabilité ;
3. Le polyéthylène sandwich assure l'adhésion de la feuille d'aluminium sur le papier carton ;
4. L'aluminium qui est une feuille métallique utilisée pour ses propriétés d'imperméabilité absolue aux gaz (notamment l'oxygène) et la lumière ;
5. Polyéthylène : adhésion ;
6. Polyéthylène : étanchéité (**Muthwill et al., 1998**).

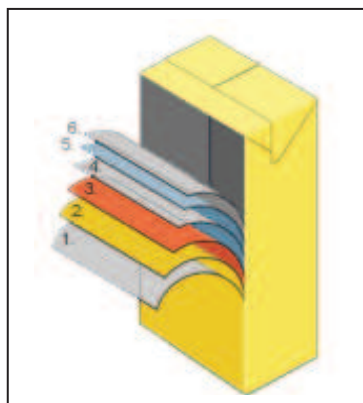


Figure N°18: Les différentes couches de l'emballage Tétra Pack.

Annexe III

Matériels et réactifs utilisés

1. Test peroxyde

- **Matériels**

- ✓ Bandelettes de peroxyde.

2. Mesure de pH

- **Matériels**

- ✓ pH-mètre.
- ✓ Sonde de température.
- ✓ Pissette.
- ✓ Papier absorbant.
- ✓ Becher 100 ml.
- ✓ Pipettes de 10 ml.

- **Réactifs**

- ✓ Solutions étalons (pH= 4 et pH= 7).
- ✓ Eau distillée.

3. Détermination de l'acidité titrable

- **Matériels**

- ✓ pH-mètre
- ✓ Pipette jaugée à lait de 10 ml.
- ✓ Becher 100 ml.
- ✓ Burette graduée de Schilling.

- **Réactifs**

- ✓ Soude Dornic (NaOH de 0,111N).

4. Détermination de la densité

- **Matériels**

- ✓ Becher de 200 ml.
- ✓ Eprouvette 250 ml.
- ✓ Lactodensimètre.

5. Mesure de la matière grasse

- **Matériels**

- ✓ Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié.
- ✓ Pipette graduée de 1 ml.
- ✓ Distributeur automatique délivrant 10ml acide sulfurique.
- ✓ Distributeur automatique délivrant 1 ml d'alcool iso amylique.
- ✓ Gants et lunettes.
- ✓ Centrifugeuse.

6. Mesure de l'extrait sec total

- **Matériels**

- ✓ Dessiccateur infrarouge.
- ✓ Coupelle en aluminium.
- ✓ Sable séché.
- ✓ Bâtonnet pour mélanger.
- ✓ Seringue graduée.

7. Test de stabilité

a. Test à l'alcool

- **Matériels**

- ✓ Pipette graduée de 02 ml.
- ✓ Tube à essai avec bouchon.
- ✓ Portoir.
- ✓ Distributeur automatique délivrant 2 ml d'alcool éthylique.
- ✓ Pince.
- ✓ Bain-marie à 100°C.
- ✓ Papier aluminium.

- **Réactifs**

- ✓ Alcool éthylique (85 °GL : Degré Gam Lussac).

b. **Test à l'ébullition**

- **Matériels**

- ✓ Tube à essai avec bouchon.
- ✓ Portoir.
- ✓ Pipette de 5 ml.
- ✓ Pince.
- ✓ Bain-marie à 100°C.
- ✓ Papier aluminium.

c. **Test de Ramsdell**

- **Matériels**

- ✓ Pipettes graduée de 2 et 10 ml.
- ✓ Tubes à essais avec bouchon.
- ✓ Pince.
- ✓ Bain-marie à 100°C.
- ✓ Papier aluminium.

- **Réactifs**

- ✓ Solution de phosphate monopotasique (dihydrogenophosphate de potassium KH_2PO_4):
68,1 g/l d'eau distillée.

Annexe IV

Résultats des analyses physico-chimiques obtenus durant les 28 jours de stage au sein de la laiterie Tchín-lait/Candia

	Paramètre								
	pH								
	Valeur mesurée			moyenne	Ecart-type	Erreur standard	La norme		
	Début	Milieu	Fin				Valeur min	Valeur max	Ecart-type
J1	6,69	6,69	6,69	6,69	0,0000	-0,0015	6,6	6,8	0,1414
J2	6,69	6,68	6,7	6,69	0,0100	-0,0015	6,6	6,8	0,1414
J3	6,7	6,7	6,69	6,70	0,0058	-0,0005	6,6	6,8	0,1414
J4	6,67	6,67	6,66	6,67	0,0058	-0,0050	6,6	6,8	0,1414
J5	6,68	6,68	6,67	6,68	0,0058	-0,0035	6,6	6,8	0,1414
J6	6,67	6,68	6,66	6,67	0,0100	-0,0045	6,6	6,8	0,1414
J7	6,69	6,69	6,68	6,69	0,0058	-0,0020	6,6	6,8	0,1414
J8	6,68	6,68	6,68	6,68	0,0000	-0,0030	6,6	6,8	0,1414
J9	6,7	6,7	6,71	6,70	0,0058	0,0005	6,6	6,8	0,1414
J10	6,67	6,66	6,66	6,66	0,0058	-0,0055	6,6	6,8	0,1414
J11	6,68	6,68	6,67	6,68	0,0058	-0,0035	6,6	6,8	0,1414
J12	6,69	6,68	6,69	6,69	0,0058	-0,0020	6,6	6,8	0,1414
J13	6,69	6,69	6,69	6,69	0,0000	-0,0015	6,6	6,8	0,1414
J14	6,7	6,7	6,72	6,71	0,0115	0,0010	6,6	6,8	0,1414
J15	6,74	6,73	6,72	6,73	0,0100	0,0045	6,6	6,8	0,1414
J16	6,69	6,69	6,69	6,69	0,0000	-0,0015	6,6	6,8	0,1414
J17	6,69	6,69	6,68	6,69	0,0058	-0,0018	6,6	6,8	0,1414
J18	6,74	6,74	6,73	6,69	0,0058	-0,0019	6,6	6,8	0,1414
J19	6,73	6,73	6,73	6,69	0,0000	-0,0019	6,6	6,8	0,1414
J20	6,69	6,69	6,68	6,69	0,0058	-0,0020	6,6	6,8	0,1414
J21	6,69	6,69	6,7	6,69	0,0058	-0,0018	6,6	6,8	0,1414
J22	6,69	6,68	6,68	6,69	0,0058	-0,0017	6,6	6,8	0,1414
J23	6,69	6,68	6,69	6,69	0,0058	-0,0015	6,6	6,8	0,1414
J24	6,7	6,7	6,73	6,69	0,0173	-0,0015	6,6	6,8	0,1414
J25	6,72	6,72	6,73	6,69	0,0058	-0,0014	6,6	6,8	0,1414
J26	6,73	6,73	6,72	6,69	0,0058	-0,0015	6,6	6,8	0,1414
J27	6,7	6,69	6,68	6,69	0,0100	-0,0012	6,6	6,8	0,1414
J28	6,7	6,71	6,7	6,7	0,0058	0,0005	6,6	6,8	0,1414

Tableau N°X: Résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour le pH durant 28 jours.

	Paramètre								
	Acidité								
	Valeur mesurée			moyenne	Ecart- type	Erreur standard	La norme		
	Début	Milieu	Fin				Valeur min	Valeur max	Ecart- type
J1	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J2	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J3	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J4	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J5	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J6	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J7	13,55	13,99	13,99	13,84	0,2540	0,0248	12	15	2,1213
J8	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J9	13,48	13,48	13,48	13,48	0,0000	-0,0015	12	15	2,1213
J10	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J11	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J12	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J13	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J14	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J15	13,48	13,48	13,48	13,48	0,0000	-0,0015	12	15	2,1213
J16	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J17	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J18	13,48	13,48	13,48	13,48	0,0000	-0,0015	12	15	2,1213
J19	13,48	13,48	13,48	13,48	0,0000	-0,0015	12	15	2,1213
J20	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J21	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J22	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J23	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J24	13,99	13,99	13,48	13,82	0,2944	0,0232	12	15	2,1213
J25	13,48	13,48	13,48	13,48	0,0000	-0,0015	12	15	2,1213
J26	13,48	13,48	13,48	13,48	0,0000	-0,0015	12	15	2,1213
J27	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213
J28	13,99	13,99	13,99	13,99	0,0000	0,0350	12	15	2,1213

Tableau N°XI: Résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour l'acidité durant 28 jours.

	Paramètre								
	MG								
	Valeur mesurée			moyenne	Ecart-type	Erreur standard	La norme		
	Début	Milieu	Fin				Valeur min	Valeur max	Ecart-type
J1	16,4	16,1	16	16,17	0,208	0,010	15,5	16,5	0,7071
J2	16,1	16,1	16,1	16,10	0,000	0,006	15,5	16,5	0,7071
J3	16,2	16,3	16,2	16,23	0,058	0,014	15,5	16,5	0,7071
J4	16	16,2	16	16,07	0,115	0,004	15,5	16,5	0,7071
J5	15,8	15,7	15,9	15,80	0,100	-0,013	15,5	16,5	0,7071
J6	15,7	16	16	15,90	0,173	-0,006	15,5	16,5	0,7071
J7	16	16,3	16,5	16,27	0,252	0,016	15,5	16,5	0,7071
J8	16,2	16,3	16,3	16,27	0,058	0,016	15,5	16,5	0,7071
J9	16,2	16,2	16,3	16,23	0,058	0,014	15,5	16,5	0,7071
J10	16,2	16,3	16,2	16,23	0,058	0,014	15,5	16,5	0,7071
J11	16,4	15,9	16	16,10	0,265	0,006	15,5	16,5	0,7071
J12	16,3	16,1	15,8	16,07	0,252	0,004	15,5	16,5	0,7071
J13	15,7	16	16,1	15,93	0,208	-0,004	15,5	16,5	0,7071
J14	16,2	16,2	16,3	16,23	0,058	0,014	15,5	16,5	0,7071
J15	16,3	16,2	16	16,17	0,153	0,010	15,5	16,5	0,7071
J16	16,2	16	16,1	16,10	0,100	0,006	15,5	16,5	0,7071
J17	16,1	16,2	16,1	16,13	0,058	0,008	15,5	16,5	0,7071
J18	16,4	16,3	15,8	16,17	0,321	0,010	15,5	16,5	0,7071
J19	15,8	15,9	16,1	15,93	0,153	-0,004	15,5	16,5	0,7071
J20	16,3	16,4	16,5	16,40	0,100	0,024	15,5	16,5	0,7071
J21	16,4	16,4	16,2	16,33	0,115	0,020	15,5	16,5	0,7071
J22	16,4	16,3	16,4	16,37	0,058	0,022	15,5	16,5	0,7071
J23	16,4	16,3	16,2	16,30	0,100	0,018	15,5	16,5	0,7071
J24	16,3	16,4	16,4	16,37	0,058	0,022	15,5	16,5	0,7071
J25	16,4	16,4	16,3	16,37	0,058	0,022	15,5	16,5	0,7071
J26	16,2	16,5	16,1	16,27	0,208	0,016	15,5	16,5	0,7071
J27	16,2	16,4	16,2	16,27	0,115	0,016	15,5	16,5	0,7071
J28	16,2	16,3	16,2	16,23	0,058	0,014	15,5	16,5	0,7071

Tableau N°XII: Résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour la MG durant 28 jours.

	Paramètres								
	EST								
	Valeur mesurée			moyenne	Ecart-type	Erreur standard	La norme		
	Début	Milieu	Fin				Valeur min	Valeur max	Ecart-type
J1	106,6	106,6	106,4	106,53	0,115	-0,002	106	107,5	1,0607
J2	106,6	106,4	106,5	106,5	0,100	-0,002	106	107,5	1,0607
J3	106,8	106,9	106,9	106,87	0,058	0,001	106	107,5	1,0607
J4	106,4	106,9	106,2	106,5	0,361	-0,002	106	107,5	1,0607
J5	106	106,2	106,5	106,23	0,252	-0,005	106	107,5	1,0607
J6	106,5	106,8	106,4	106,57	0,208	-0,002	106	107,5	1,0607
J7	106,3	106,5	106,9	106,57	0,306	-0,002	106	107,5	1,0607
J8	106,6	106,7	106,6	106,63	0,058	-0,001	106	107,5	1,0607
J9	106,6	106,6	107	106,73	0,231	0,000	106	107,5	1,0607
J10	106,8	106,7	106,6	106,7	0,100	0,000	106	107,5	1,0607
J11	108	107,5	106,8	107,43	0,603	0,006	106	107,5	1,0607
J12	107	106,7	106,2	106,63	0,404	-0,001	106	107,5	1,0607
J13	106,5	107,2	107	106,9	0,361	0,001	106	107,5	1,0607
J14	106,9	106,8	106,9	106,87	0,058	0,001	106	107,5	1,0607
J15	107,3	107,2	106,8	107,1	0,265	0,003	106	107,5	1,0607
J16	106,9	106,5	106,6	106,67	0,208	-0,001	106	107,5	1,0607
J17	106,6	107	106,6	106,73	0,231	0,000	106	107,5	1,0607
J18	107	107,2	107,1	107,1	0,100	0,003	106	107,5	1,0607
J19	107,1	106,7	107,3	107,03	0,306	0,003	106	107,5	1,0607
J20	106,7	106,9	107,3	106,97	0,306	0,002	106	107,5	1,0607
J21	106,7	106,8	106,5	106,67	0,153	-0,001	106	107,5	1,0607
J22	107	107,1	107,3	107,13	0,153	0,004	106	107,5	1,0607
J23	106,8	107	106,9	106,9	0,100	0,001	106	107,5	1,0607
J24	107	107	107,1	107,03	0,058	0,003	106	107,5	1,0607
J25	107	107,4	106,4	106,93	0,503	0,002	106	107,5	1,0607
J26	106,2	107,1	107,1	106,8	0,520	0,000	106	107,5	1,0607
J27	106,8	106,8	106,8	106,8	0,000	0,000	106	107,5	1,0607
J28	106,7	106,5	106,6	106,6	0,100	-0,001	106	107,5	1,0607

Tableau N°XIII: Résultats des analyses physico-chimiques obtenus pour l'EST durant 28 jours.

Annexe V

La répétabilité

Est une caractéristique de la fidélité d'une méthode d'analyse. Les conditions de répétabilité sont réunies lorsque les mesures sont faites dans le même laboratoire, par le même opérateur, en utilisant la même technique d'analyse (méthode et instrumentation) et pendant un court intervalle de temps (**Anonyme II**).

La corrélation

Cherche à mesurer la force et le sens de la liaison statistique entre X et Y. Si cette liaison est rigide, il sera en particulier possible d'avoir une bonne idée de Y en connaissant seulement X, et vice versa.

Le coefficient de corrélation, noté ρ ou r , est tout simplement la racine carré du coefficient de détermination (R^2); son signe (\pm) donne le sens de la relation (**Veysseyre, 2001 ; Lejeune 2005**).

La moyenne

Permet de résumer par un seul nombre la série statistique afin de faciliter les calculs (**Veysseyre, 2001**).

L'écart-type (S)

Racine carrée de la variance sert à mesurer la dispersion d'un ensemble de données. Plus il est faible, plus les valeurs sont regroupées autour de la moyenne (homogène).

Dans l'industrie, l'écart-type intervient dans le calcul de l'indice de qualité des produits manufacturés ou dans l'indice de fidélité d'un appareil de mesure (**Quinio Benamo, 2005**).

Erreur standard

Elle peut être considérée comme l'écart-type de la distribution de toutes les erreurs qui seraient commises en faisant varier les échantillons (**Dodge, 2004**).

Le degré Gay-lussac

Le degré Gay-lussac ou le degré alcoolique d'une solution représente le nombre de centimètre cubes d'éthanol pur contenu dans 100 cm³ d'un mélange (eau et alcool).

Le degré français (°f)

Le degré français ou le degré hydrotimétrique caractérisant la dureté de l'eau. Un degré français correspond à la dureté d'une solution contenant 10 mg/l de CaCO_3 .

Un degré français équivaut à 4 mg de calcium par litre et à 2,4 mg de magnésium par litre.

Résumé

L'étude réalisée au sein de l'unité Tchén-lait/Candia avait pour objectif de déterminer la répétabilité et la corrélation des paramètres physico-chimiques du lait UHT demi écrémé du produit fini afin d'évaluer la qualité de ce dernier.

Une série d'analyses physicochimiques du lait UHT demi écrémé a été effectuée à chaque stade de fabrication durant 28 jours.

Tous résultats obtenus montrent que les paramètres étudiés sont répétables tout au long du process et répondent aux normes de l'entreprise ainsi qu'à la réglementation Algérienne en vigueur et incorrélables entre eux ce qui exige d'analyser tous les paramètres afin d'évaluer la qualité du produit.

Mots clés : Lait UHT demi écrémé, process, analyses physico-chimiques, répétabilité et corrélation.

Summary

The study carried out within the unit Tchén-Lait/CANDIA aimed to determine repeatability and correlation of physicochemical parameters of semi-skimmed UHT milk of the finished product in order to evaluate the quality of this latter.

A series of physicochemical analyzes of semi-skimmed UHT milk was made at each manufacturing stage for 28 days.

All results obtained show that the parameters studied are repeatable throughout the process and answer the standards of the company and the Algerian regulations and incorrélable each other which requires analyzing all parameters to evaluate the product quality.

Keywords: UHT semi-skimmed milk, process, physico-chemical analyzes, repeatability and correlation.