

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Spécialité : Microbiologie Appliquée



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Suivi de la qualité physico-chimique et microbiologique
du lait UHT (lait entier) à différentes températures
de stockage au niveau de Tchin-Lait CANDIA**

Présenté par :
Fenniche Sadika & Naoui Hayette

Soutenu le : **20 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

Mme Chibane Nouara	MCB	Présidente
Mr Bettache Azzeddine	MCA	Encadreur
Mme Keramane Badria	MAA	Examinatrice
Mme Benmouhoub Rachida		Invité

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciement

Nous commençons d'abord par remercier Dieu le Clément, qui nous a procuré la patience pour aller au bout de notre objectif.

Toute notre gratitude,

A Mr Bettache .A, notre encadreur, pour sa patience, sa disponibilité et ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Hommages respectueux, aux membres du jury :

Mme Chibane.N, d'avoir accepté d'évaluer ce travail et de présider ce jury,

Mme Idres-Keramane.B, d'avoir accepté d'examiner notre travail

Sincères remerciements,

A toute l'équipe de Tchén-Lait Candia, en particulier Madame Benmouhoub.R, Chef de service du laboratoire de microbiologie, de nous avoir soutenu durant la période de la réalisation de ce travail,

A tous ceux qui nous ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de notre démarche.

Dédicace

Je dédie ce travail :

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 mes précieux et adorables frères que Dieu les protège ;

A mes sœurs bien aimées : Sabrina et Tassadit en particulier Chafia et son mari Lotfi et leur prochain enfant qui arrive bientôt ;

A mes petites nièces :

Narimene, Ritage, Mariana et Amani ;

A mon binôme Sadika et toute sa famille ;

A mes très chères amies, en particulier Imene, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Hayette

Dédicace

Je dédie ce travail en premier lieu,

A la mémoire de mon père

A Ma chère et tendre maman

*A mes sœurs : zahia, rachida, djohra, nassima, leurs maris,
leurs enfants.*

A mes frères hamza et walid

A mes copines : dodoch , siham et melissa

*A mon chère binôme hayette merci pour tous les moments
qu'on a passé ensemble, merci de me soutenir pendant cette
année.*

A tous mes amis (es)

Sadika

Introduction

Partie I :
Synthèse bibliographique

Partie II :
Matériel et méthodes

Partie III :
Résultats et discussions

Conclusion

Références bibliographiques

Annexs

Table de matière

Liste d'abréviation	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01
Partie I : Synthèse bibliographique	
I-Généralité	03
I-1-Définition	03
I-2-Les différentes phases de l'évolution du lait	03
I-3-Composition.....	04
I-4-Les constituants du lait	04
I-5-Qualité du lait UHT.....	06
I-5-1-Qualité microbiologique	06
I-5-2- Qualité organoleptique	06
I-5-3-Qualité nutritionnelle et énergétique	06
II-Procédés de conservation	06
II-1- Conservation par le froid	06
II-1-1-Réfrigération	06
II-1-2-Congélation.....	06
II-1-3-Surgélation.....	07
II-2-Conservation par la chaleur	07
II-2-1-Pasteurisation	07
II-2-2-Stérilisation	07
III-Influence de la température sur le lait	07
III-1-Le lactose	07
III-2-Modification des équilibres salins et micelles	08

III-3-Protéine	09
III-3-1-Protéines sériques	09
III-3-2-Caséines	10
III-3-3-La protéolyse et les problèmes de conservation	10
III-3-4-Le phénomène de gélification	11
III-4-Matière grasse	11
III-5-Aspect microbiologique	12
Partie II : Matériel et méthode	
I-Prélèvement et échantillonnage.....	13
I-1- La stérilisation du matériel de prélèvement.....	13
I-2-Echantillonnage	13
II-Paramètre sensoriels	14
III-Analyse physico-chimique	14
IV-Analyse microbiologique	18
Partie III : Résultats et discussion	
I-Paramètres sensoriels	21
II- Résultats des Analyses physico-chimiques.....	24
III-Résultats des Analyses microbiologiques.....	32
Conclusion	34
Référence bibliographique	
Annexes	
Résumé	

Liste des abréviations

Cl : chlores

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

K : Conductivité

MG: Matière Grasse

UHT: Ultra Haute Température

pH : Le potentiel d'Hydrogène

TA : Titre alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TH : Titre Hydrotimétrique (dureté totale)

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile

LR : Liquide Ringer

PCA: Plate Count Agar

BCPL: Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol

BLBVB: Bouillon Lactose Bilié au Vert Brillant

NPP: Nombre le Plus Probable

CSR: Clostridium Sulfite-Réducteur

TSC: Gélose Tryptone- Sulfite- Cyclosérine

Abs: Absence

EDTA: Ethylène Diamine Tétra Acétique

VF: Viande Foie

MP: Matière Protéique

St : Streptocoque

Liste des figures

Figure I : principales étapes de la réaction de maillard.....	23
Figure II : Evolution de la variation du pH entre les briques témoins et les briques étuvées à 37°C.....	28
Figure III : Evolution de la variation du pH entre les briks témoins et les briques étuvées à 55°C.....	31
Figure IV : Organigramme de l'entreprise Tchik-lait Candia.....	Annexe

Liste des Tableaux

Tableau I : Différent types du lait UHT	03
Tableau II : Composition moyenne des différents types de lait UHT	04
Tableau III : Résultats d'analyse sensorielle de l'eau de process	21
Tableau IV: Résultats d'appréciation sensorielle de la poudre du lait de la poudre de lait	21
Tableau V : Résultats d'appréciation sensorielle du lait UHT après étuvage à 37 C°	22
Tableau VI: Résultats des paramètres sensoriels du lait UHT après étuvage à 55°C	22
Tableau VII : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process	24
Tableau VIII : Résultats d'analyses physico-chimique de la poudre de lait.....	25
Tableau IX: Résultats de la mesure de pH des briques étuvé à 37°C (lait UHT Entier)	26
Tableau X: Résultats de la mesure de pH des briques étuvé à 37°C (lait UHT demi écrémé).....	27
Tableau XI : Résultats de la mesure de pH des briques étuvé à 37°C (lait UHT demi écrémé Viva)	27
Tableau XII Résultats de la mesure de pH des briques étuvé à 55°C (lait UHT Entier)	29
Tableau XIII : Résultats de la mesure de pH des briques étuvé à 55°C (lait UHT demi écrémé)	29
Tableau XIV: Résultats de la mesure de pH des briques étuvées à 55°C (demi écrémé Viva).....	30
Tableau XV : Résultats microbiologiques de l'eau de proce.....	32
Tableau XVI: Résultats microbiologiques de la poudre du lait	33
Tableau XVII: Résultats microbiologiques du lait UHT	33

Introduction

La dénomination du lait a été définie en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant "le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum" (Pougheon & Goursaud, 2001).

Le mot « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservé au lait de vache. Tout lait prévenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination « lait », suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient (J.O.R.A, N°63 1993).

Selon Le code FAO/OMS "la dénomination lait est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans addition ou soustraction. (Boudiers et Luquet, 1981).

En raison de son besoin à la disponibilité du lait qui est rapidement contaminé vu sa composition riche en éléments nutritifs qui favorisent la croissance microbienne, l'Homme a mis au point de nouvelles technologies permettant sa conservation pendant une longue durée. (Mathieu et al, 1986).

En effet, les différents procédés industriels appliqués au lait visent à assurer la qualité et la stabilité de ce produit. Parmi ces procédés, les traitements de chaleur, dont les plus utilisés en technologie laitière sont la pasteurisation et la stérilisation à Ultra Haute Température (stérilisation UHT). Permettant la destruction totale des micro-organismes initialement présents dans le lait, la stérilisation UHT est qualifiée comme meilleur traitement aboutissant à l'obtention d'un produit "à longue durée de conservation", en laissant intactes les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait, mais les conséquences de ces traitements et des modifications survenant lors de la conservation prennent une importance dans le domaine nutritionnel. (Guiraud, 1998).

Cependant, les traitements thermiques sont à l'origine de nombreuses modifications indésirables. Parmi celles-ci, notons, le brunissement non enzymatique et la coagulation. Ces changements affectent négativement les propriétés nutritionnelles, organoleptiques et technologiques des produits. (Van Boekel, 1998).

D'une autre part, la pratique courante de stocker le lait à basse température favorise le développement des germes psychrotrophes (Richard, 1983). Ces microorganismes sécrètent des protéases extracellulaires thermostables impliqués dans le phénomène de gélification

(Law et al, 1979) et d'amertume du lait UHT (Mc Kella et al, 1984). Ces enzymes sont très thermostables et résistent partiellement au traitement UHT de quelques secondes à 140°-150 °C (Patel et al, 1986).

L'une des laiteries les plus réputées en Algérie, est bien la laiterie Tchén-Lait/Candia, qui est équipée d'un laboratoire de contrôle où nous avons pu réaliser, en collaboration avec l'équipe de l'unité, des analyses physico-chimiques et microbiologiques, dans le but du suivi de la qualité physico-chimique et microbiologiques du lait UHT produit par cette industrie, à différentes températures de stockage (37°C et 55°C) .

I-Généralité**I-1-Définition**

Le lait UHT est un lait traité par la chaleur, laquelle doit détruire les enzymes, les microorganismes pathogènes, conditionné ensuite aseptiquement dans un récipient stérile hermétiquement clos, étanche aux liquides et aux microorganismes. Le traitement thermique peut être soit direct, par injection de vapeur d'eau, qui est réalisé à une température allant de 135°C à 150°C pendant 2 à 5 secondes environ (Luquet, 1990), soit indirect, à l'aide d'un échangeur thermique dans lequel le produit est chauffé, sans qu'il ne soit en contact direct avec la source de chaleur.

Il existe trois types de lait UHT (J.O.R.A.N°69,2003) résumés dans le tableau I.

Tableau I : Différents types du lait UHT

Lait UHT	Entier	Demi écrémé	Lait UHT écrémé
Teneur en matière grasse (g/l) du lait	28 (minimum)	15 à 20 (minimum)	1,5(ou plus)

I-2-Les différentes phases de l'évolution naturelle du lait

Le lait est un milieu hétérogène dans lequel trois phases distinctes coexistent ; la phase aqueuse qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que les vitamines hydrosolubles ou enzymes), la suspension colloïdale micellaire (2,6%) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes, l'émulsion (4,2%) qui peut donner naissance à la crème, une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité.

I-3-Composition

La composition du lait UHT est représentée dans le tableau II.

Tableau II: Composition moyenne des différents types de lait UHT en g/l (Feinberg et al. 1987)

Constituants	Lait UHT (g/l)		
	Lait UHT entier	Lait demi écrémé	Lait écrémé
Eau	878	896	910
Extrait sec total	122	164	90
Azote total	5	5	5,2
Protéines	31,9	31,9	32,9
Lipides	35,4	15,4	2
Glucides	44,7	45,3	45,4

I-4-Les constituants du lait

a -L'eau

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. L'eau présente un caractère polaire, ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum.

Les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides (Amiot et coll ,2002).

b-Matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et elle est essentiellement constituée de triglycérides (98%) (Jeantet et coll, 2008).

c-Protéine

Selon (Jeantet et coll ,2007), 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.

➤ **La caséine**

La caséine est un complexe protéique phosphoré à caractère acide qui précipite dans le lait à un pH de 4,6. Il s'agit d'une substance hétérogène même si elle a été longtemps considérée comme une protéine pure et homogène en raison de la constance de sa composition élémentaire (Jean et Dijon,1993).

➤ **Les protéines du lactosérum**

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (Debry, 2001 et Thapon ,2005), ces dernières sont définies comme des protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et en tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

d-Lactose

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose sa synthèse se déroule dans les glandes mammaires par fixation par liaison 1-4 d'un beta galactose sur un glucose (Debry, 2001).

e -Minéraux

Le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont le calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Gaucheron ,2004).

f -Enzymes

Les enzymes sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs (Pougheon ,2001).

g-Vitamines

Le lait est une source notable en vitamines, on distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamines de groupe B et vitamines C) en quantité constante, et d'autres part les vitamines liposolubles (A ,D , E ,et K) (Jeantet et Coll ,2008).

I-5- Qualité du lait UHT**I-5-1- Qualité microbiologique**

Un traitement thermique intense est souhaitable du point de vue microbiologique. Tous les organismes pathogènes courants susceptibles d'apparaître dans le lait sont tués par le traitement UHT. Il existe un risque de résistance de spores de certains germes comme Clostridium et Bacillus, et des enzymes thermostables naturelles du lait, n'ayant qu'un très léger effet sur les propriétés physiques du lait. Le contrôle des matières premières permet de réduire la charge microbienne (Gosta, 1995).

I-5-2- 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 (Sechet, 2001).

I-5-3- Qualité nutritionnelle

Le lait possède une valeur énergétique de 700 kcal/litre. La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrées en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal (Derby, 2001).

II-Procédés de conservation des laits**II-1-Par le froid****II-1-1-Réfrigération**

C'est un procédé de conservation qui consiste à abaisser la température de la denrée alimentaire de manière à ce qu'elle soit voisine de celle de la glace fondante (0°C) et à la maintenir à une température au dessus de 0°C. La durée de réfrigération est limitée suivant le produit, la température et le type de conditionnement.

II-1-2-Congélation

C'est un procédé de conservation qui transforme l'eau contenue dans une denrée alimentaire en glace, sous l'action du froid. Ce procédé doit permettre d'obtenir une température à cœur comprise, selon le produit, entre -10°C et - 18°C après stabilisation thermique.

II-1-3-Surgélation

C'est un procédé de conservation par le froid des denrées alimentaires qui consiste en un abaissement ultra-rapide de la température qui atteint au moins -18°C à cœur, après stabilisation thermique (N° JORA : 087 du 08-12-1999).

II-2- Destruction par la chaleur**II-2-1- Pasteurisation**

Le lait pasteurisé est un lait soumis à un traitement thermique aboutissant à la réduction de la microflore banale et de la totalité de la microflore pathogène.

Le traitement thermique ne doit pas affecter notamment la structure physique du lait, sa constitution, son équilibre chimique, ses enzymes et ses vitamines (J.O.R.A. N° 69, 2003).

II-2-2- Stérilisation

Elle vise la destruction totale des micro-organismes et des spores présents dans le produit. La stérilisation consiste à chauffer le produit alimentaire au-delà de 100°C pour lui assurer une conservation prolongée (Veisseyre, 1979). Pour cette raison, le traitement de stérilisation vise, en pratique, à obtenir une stabilité au cours d'une longue durée de conservation (de 5 à 6 mois).

III-Influence de la température sur le lait**III-1- Le lactose**

Le principal glucide du lait est le lactose, un disaccharide composé de α -D-glucose et de β -D-galactose. Le lactose est sensible à la chaleur : Entre 110 et 130°C , la forme hydratée perd son eau de cristallisation. Au-delà de 150°C , on observe un jaunissement, puis vers 170°C , un brunissement prononcé dû à la formation d'un caramel (Veisseyre, 1975).

Le chauffage du lait entraîne une certaine transformation du lactose en lactulose (par isomérisation du résidu glucose en fructose).

Le lactose est un sucre réducteur pouvant réagir avec les matières azotées, entraînant l'apparition de composés bruns réducteurs appelés mélanoidines. Cette réaction, catalysée par le fer et le cuivre ainsi que les phosphates, est nommée réaction de Maillard (Veisseyre, 1975).

- **Réaction de Maillard**

La réaction de Maillard est une réaction chimique des groupements aminés et des sucres réducteurs qui mène à la formation de composés bruns. Ce brunissement non enzymatique est influencé par la température, le pH, l'activité de l'eau et la présence de certains sels et vitamines. Quoique cette réaction soit désirable dans certains produits, elle est le plus souvent indésirable en transformation laitière (Walstra et Jenness, 1984). Dans le cas du lait, les groupements aminés en cause sont principalement des résidus lysine dans les protéines laitières puisque le contenu en acide aminé est très faible (Walstra et Jenness, 1984). Les résidus lysine des caséines semblent être plus réactifs que les protéines sériques, et la caséine κ semble être la caséine la plus réactive (Van Boekel, 1998). Ces réactions provoquent le brunissement des laits et aboutissent à une baisse de la valeur nutritionnelle des protéines.

III-2-Modification des équilibres salins et micelles

L'effet de la température sur la solubilité du phosphate de calcium est contraire aux principes généraux de solubilité puisque sa solubilité diminue à mesure que la température augmente (Amiot et al, 2002). Au chauffage, le déplacement de l'équilibre a lieu vers la forme colloïdale, ce qui augmente la minéralisation de la micelle. Le déplacement vers la forme colloïdale fait également en sorte que le H_2PO_4 se dissocie et libère des ions H^+ , abaissant le pH.

Les rapports entre les formes solubles et les formes colloïdales du calcium et des phosphates sont assez profondément modifiés par la chaleur (Ustunol et Brown, 1985) et par le refroidissement où les ions tendent à sortir de la micelle. Il s'ensuit une solubilisation de phosphate de calcium colloïdal et une augmentation des teneurs en calcium et phosphore inorganique solubles. Ceci a pour conséquence une diminution des micelles. Par contre, les teneurs en magnésium dissous et colloïdaux ne sont pas modifiés (Ichilczyk-leone, J et al, 1991).

- **Coagulation**

La coagulation du lait suite à un chauffage prononcé à des températures entre 120 et 140°C est une conséquence de la perte de stabilité de la micelle, résultant de nombreux changements physiques et chimiques de ses composants. Les traitements de chaleur modifient à la fois les micelles de caséines et l'environnement de la phase sérique autour d'elles. Les changements qui ont lieu dans les micelles de caséines elles-mêmes sont l'association des protéines sériques, les changements des équilibres minéraux, la déphosphorylation et la

dissociation des caséines. Dans la phase sérique, des changements de pH et de la concentration des sels solubles sont observés, ainsi que l'hydrolyse du lactose (Singh, 2004).

III-3-Protéines

III-3-1-Protéines sériques

Les différentes protéines sériques n'ont pas la même résistance face aux traitements thermiques. L'ordre de sensibilité à la chaleur est : immunoglobulines, séralbumines, β -lactoglobuline et en dernier α -lactalbumine (Corredig et Dalgleish, 1996).

Le chauffage des protéines sériques entraîne l'ouverture des structures secondaire et tertiaire qui permet l'agrégation de ces protéines entre elles ou avec les micelles de caséine, et mène une perte de la structure native de la protéine.

La dénaturation des protéines sériques résulte en le déplissement de leurs polypeptides, exposant ainsi des résidus habituellement cachés à l'intérieur de la structure globulaire (Singh et Waungana, 2001, Calvo, 1995).

Dans le cas de la β -lactoglobuline, ce processus intramoléculaire qui expose le coeur hydrophobe, expose en même temps le groupement thiol libre, ainsi que des ponts disulfures très réactifs (Fryer et al, 1995).

Les protéines dépliées présentent donc une configuration instable qui est ensuite stabilisée par la phase d'agrégation. La dénaturation de la β -lactoglobuline est réversible jusqu'à ce que l'agrégation prenne place, tandis que la dénaturation de l' α -lactalbumine est réversible jusqu'à 85 °C (Kinsella, 1984).

III-3-2-Caséines

Lorsque la température est élevée les caséines β et κ , donnent des polymères d'une vingtaine à une trentaine d'unité. Les différentes molécules étant unies par des liaisons hydrophobes, de plus, les polymères $S2\alpha + \kappa$ résultent de liaisons disulfures S-S intermoléculaires, le Ca^{2+} complexe des molécules $\alpha S1$, $\alpha S2$, β et diminue ainsi, leur charge, leur hydrophilie et les insolubilise (Ratray et al, 1997).

Le lait maintenu à basse température subit des modifications physico-chimiques importantes. La dissolution du phosphate de calcium qui participe à la structure micellaire associée à une dissolution des β -caséines, entraînent une déstabilisation des micelles de caséines.

De plus, la plasmine, en passant de la phase colloïdale (micelle de caséine) à la phase soluble, favorise une hydrolyse des β -caséines.

Ces phénomènes entraînent la formation des γ -caséines et des protéose-peptones. Une diminution de la taille des micelles de caséines par une réduction des liaisons hydrophobes est observée, parallèlement le degré d'hydratation de ces micelles augmente (Ichilczyk-Leone et al, 1981).

III-3-3-La protéolyse et les problèmes de conservation

La protéolyse peut être due à une protéase naturelle du lait (protéase alcaline ou plasmine) qui libère des caillots de purine, ou à des protéases microbiennes synthétisées par des bactéries psychrotrophes (*Pseudomonas*) notamment au cours du stockage (Mahieu, 1985).

Les protéases microbiennes sont très thermostables et peuvent résister à des traitements de 150°C pendant quelques secondes (on peut donc en retrouver dans les laits UHT).

Différents défauts de saveur, comme l'amertume, peuvent se développer dans le lait et les produits laitiers et les déprécier fortement, voire les rendre inconsommables.

Lorsque la protéolyse s'accompagne d'une dégradation des acides aminés, elle peut produire un goût putride (Veisseyre, 1979).

III-3-4- Le phénomène de gélification

Le traitement Ultra Haute Température permet une stérilisation du lait. L'intensité du traitement thermique entraîne des modifications physico-chimiques des constituants du lait, et du fait de la thermostabilité des protéases microbiennes et de la plasmine, une déstabilisation et une gélification, accompagnées d'un développement de goûts amers, sont parfois observées pendant la conservation des laits UHT.

La déstabilisation des laits U.H.T au cours de la conservation pourrait dépendre à la fois de la formation, lors du chauffage, de complexes entre la β -lactoglobuline et les caséines (Corradini et Panini-Peci cités par Humbert, 1986), mais aussi du niveau de protéolyse pour la phase initiale de gélification (Hawalkar et Vreemancités par Miranda et Gripon, 1986; Manji et al, 1986).

L'apparition des goûts amers dans le lait U.H.T surviendrait après des temps de stérilisation courts (Miranda et Gripon, 1986). Aucun mécanisme explicatif n'est proposé. La gélification du lait est plus rapide quand la population microbienne augmente (Miranda et Gripon, 1986), et les goûts amers apparaissent 6 à 10 semaines avant cette gélification (Mc Kellar et al, 1984).

L'activité protéolytique des laits UHT et le niveau initial en bactéries psychrotrophes protéolytiques sont corrélés ($r = 0,79$) (Mottar, 1984). La protéolyse serait effective à partir de 104 psychrotrophes/ml de lait (Gebre Egziabehr et al, 1980; Adams et al, 1976), mais des

valeurs supérieures à 106-107 psychrotrophes/ml sont souvent avancées (Dousset et al, 1988; Law, 1979).

III-4-Matière grasse

Les traitements thermiques (pasteurisation, traitement U.H.T) ont une action sur la lactoglobuline qui s'associe également au globule gras par la formation de ponts disulfures, ce qui augmente la teneur en protéines de la membrane du globule gras sans que la taille de ce dernier en soit augmentée (Surel, 1999).

- **Lipolyse**

L'abaissement de la température entraîne une élévation des teneurs en acides gras libres (Meffe, N, 1994) par fragilisation de la membrane du globule gras. Or, les acides gras libres, et particulièrement ceux qui ont entre 4 et 12 atomes de carbone, entraînent l'apparition de mauvais goûts (de rance, de savon, ...) lorsque leur teneur atteint environ 2 mEq/100 g de MG (Kuzdzal-Savoie, 1982).

Les glycérides partielles (di- et monoglycérides), autres produits de la lipolyse, peuvent aussi donner des mauvais goûts (amertume, ...).

Il existe trois types de lipolyse : spontanée, induite, et microbienne. L'action des lipases microbiennes produites par les psychrotrophes peut être importante dans les laits de longue conservation, puisque certaines d'entre elles résistent à de hautes températures (Mahieu, 1985).

Les températures optimales de leur action sont de 30 à 40°C, et parfois de 50° C pour certaines souches (Driessen et Stadhouders, 1974). Au delà de 50° C, l'activité est en général bien diminuée. Dans le lait, elle serait à 10°C de 20 à 25 % de l'activité maximale (Te Whaiti et Fryer, 1978). Mais, pour une souche de *P.Fluorescens*, (Landass et Solberg ,1978) ; signalent que l'activité à 1°C sur tributyrine représente encore 30 % de l'activité maximale.

III-5-Aspects bactériologiques

La température agit sur les germes et se traduit par une destruction des microorganismes. Les conditions de chauffage, ainsi que les combinaisons température-temps, sont choisies de manière à limiter ou annuler le nombre de germes, sans modifier les caractéristiques physicochimiques du lait. Le principe est donc de respecter le goût, l'aspect et la valeur nutritive du lait, ce qui explique à l'heure actuelle l'utilisation massive des procédés UHT (Ultra Haute Température) dans l'industrie laitière et dans de nombreuses autres industries alimentaires (Veisseyre, 1979).

La conservation du lait au froid, ralentit le développement microbien (flore de contamination) et inhibe la flore pathogène (Veisseyre, 1979), mais elle favorise le développement de la flore psychrotrophe. En effet, cette dernière n'est pas majoritaire dans la flore du lait cru, mais le devient rapidement durant le stockage au froid.

Il est à savoir que parmi l'ensemble des bactéries constituant cette flore, le genre *Pseudomonas* est le dominant (40 à 65 %, notamment *Pseudomonas fluorescens* et *Pseudomonas putida*) (Richard, 1992).

Certaines bactéries psychrotrophes peuvent sporuler (*Bacillus cereus*) et résister à la plupart des traitements thermiques.

I-Prélèvement et échantillonnage**I-1-Stérilisation du matériel de prélèvement**

Le matériel est lavé à l'eau courante pour éliminer les traces des précédents prélèvements puis brossé, lavé à l'eau contenant une solution détergente, rincé à l'eau de robinet et finalement par l'eau distillée. Après séchage, le matériel sera stérilisé dans un autoclave à air humide à 120°C.

Pour les analyses physico-chimiques, avant chaque test, le matériel utilisé doit être rincé avec le produit à analyser.

I-2-Echantillonnage**a-Poudre du lait**

Après chaque nouvel arrivage de poudre de lait, de 26% et 0% de MG, les sacs sont répartis en plusieurs lots. Quatre lots (2 lots de la poudre de 26% de MG, 2 lots de la poudre de 0%MG) sont sélectionnés pour les prélèvements.

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques sont effectuées sur cinq sacs pour chaque lot.

Le prélèvement est réalisé initialement au niveau du laboratoire bactériologique, le sac est ouvert, une louche stérile est plongée au fond pour réaliser un prélèvement qui servira à toutes les analyses.

b- Eau de process

Le prélèvement de l'eau a été fait au niveau de la station d'eau, l'analyse de l'eau brute et traité a été réalisé trois fois pendant la période de stage.

Flamber le robinet de prélèvement, laisser couler, et faire un prélèvement aseptique dans un flacon stérile à raison de 250 ml.

c-Produit fini

Pendant la période de stage, à la fin de chaque production, 9lots du lait UHT demi écrémé 9lots du lait UHT entier et 9 lots du lait UHT demi écrémé viva ont été analysés.

Cinq briques (échantillon) du lait UHT pour chaque lot ont été étuvées:

- ✓ Deux unités d'échantillonnage sont étuvées à 55°C pendant 7 jours.
- ✓ Deux autres unités d'échantillonnage sont étuvées à 37°C pendant 15 jours.
- ✓ Une unité témoin mise à la température ambiante pendant 15 jours.

Des analyses physico-chimiques, sensorielles et microbiologiques sont effectuées pour les unités étuvées, après la période d'étuvage.

Selon la norme (J.O.R.A. N° 35,1998) :

- ✓ Aucun défaut apparent notamment le bombement, le flochage, ou le fuitage ne doit être constaté ;
- ✓ La variation de pH entre les unités d'échantillonnages étuvé et l'unité d'échantillonnage témoin mise à la température ambiante pendant la période retenue ne doit pas dépasser 0,2 pour le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT ;
- ✓ Aucune variation de la flore microbienne de point de vue qualitative ou quantitative ne doit être signalé, où le facteur R doit être inférieur à 100, par rapport au témoin ;

$$R = \frac{n}{n_0} \quad \text{Où :}$$

- **n**: est le nombre moyen de germes pour l'unité incubée.
- **n₀**: est le nombre moyen de germes pour l'unité témoin.

II-Analyses sensorielles

Les paramètres sensoriels tels que le goût, la couleur et la texture, doivent être vérifiés avant chaque analyse physico-chimique ou microbiologique pour l'eau, la poudre du lait ainsi que pour le lait UHT.

III-Analyses physico-chimiques

III-1-Eau

- ✓ Les mêmes analyses sont effectuées pour l'eau brute et l'eau traitée.
- ✓ La température de l'eau doit être à 25°C pour les analyses physico-chimiques.

❖ Mesure de pH

Après avoir étalonné le pH-mètre à l'aide de deux solutions tampons (pH4 et pH7) ; on met l'eau à analyser dans un bécher ; puis on plonge la sonde du pH et celle de la température dans l'eau. Si la température de l'eau est inférieure à 25°C, le bécher est mis dans de l'eau chaude, et si elle est supérieure à 25°C, dans ce cas on le met dans de l'eau glacé, afin d'ajuster la température.

❖ Détermination de la conductivité

On déverse l'eau à analyser dans le bécher; puis on plonge la sonde du conductivimètre. La conductivité est exprimée en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{Cm}$).

❖ Détermination de la dureté totale (titre hydrotimétrique)

A l'aide d'une fiole jaugée de 50ml, on mesure 50ml d'eau à analyser et on la déverse dans un erlenmeyer. On ajoute 2 ml de la solution tampon ammoniacale à pH 10 et une pincée de l'indicateur coloré le NET (Noir Eriochrome T), puis on titre avec la solution d'Acide Ethylène Diamine Tétra-acétique (EDTA) (0,02 N) jusqu'à apparition d'un virage de couleur, du violet au bleu franc persistant.

Le résultat, est exprimé en degré Français °F :

$$\mathbf{Th = V \times 2}$$

V : Volume de titration par l'EDTA utilisé pour obtenir le virage (lire directement la chute de burette).

❖ Les chlorures

Le test est effectué selon la méthode de Mohr :

On met 50ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer et on ajoute 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine. On réalise un premier titrage avec 1ml de K_2CrO_4 (chromatine de potassium 0,014N), puis un deuxième titrage avec $AgNO_3$ (nitrate d'argent).

Le résultat est donné par l'expression :

$$\mathbf{Chlorures = V1 \times 10}$$

V1 : chute de la burette.

❖ Titre alcalimétrique (TA)

On ajoute 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 10 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer . Si l'eau ne se colore pas donc le TA=0 , et si une coloration rose apparait on passe au titrage avec l'acide sulfurique 0,02N H_2SO_4 .

Le résultat, exprimé en degré Français °F, est donné par l'expression :

$$\mathbf{TA = V2 \times 10}$$

V2 : chute de burette.

❖ Titre alcalimétrique complet (TAC)

On ajoute 2 à 3 gouttes de méthylorange pour l'échantillon précédemment traité. Si l'eau se colore en orange, donc le TAC=0F°, par contre, si elle se colore en jaune, on la titre avec l'acide sulfurique H_2SO_4 (0,02N) jusqu'à avoir une coloration rouge orangé.

Le résultat, exprimé en degré Français °F, est donné par l'expression suivante :

$$\mathbf{TAC = V3 \times 10}$$

V3 : chute de burette

❖ Le chlore (Cl)

A l'aide d'une pipette de 10ml, on met 10ml d'eau à analyser dans un tube ; puis on ajoute une pastille DPD (diéthyl-p-phénylènediamine).

Si l'eau ne prend aucune couleur, c'est-à-dire qu'elle ne contient pas de Cl, et si une coloration rose apparaît, on constate que l'eau contient du Cl. La lecture se fait avec le chloromètre.

III-2- Poudre de lait**❖ Taux d'humidité**

On pèse 5g de poudre de lait à l'aide d'une coupelle, et on la répartit sur cette dernière. En utilisant le dessiccateur, on détermine le taux d'humidité de la poudre. Le résultat est indiqué en pourcentage sur l'écran de l'appareil.

❖ Reconstitution à 10 % pour chaque sac de poudre de lait

La solution d'essai est préparée à raison de 10%.

On déverse un volume d'eau dans un bécher de 100ml, ensuite on ajoute 25 g de poudre de lait. En utilisant l'agitateur, on homogénéise le tout, puis on met le mélange dans une fiole jaugée de 250ml, et on ajuste avec de l'eau jusqu'à l'obtention d'un volume de 250ml. On remet ce dernier dans le bécher pour réaliser une deuxième homogénéisation avec l'agitateur, par la suite, on mesure le pH et l'acidité titrable.

Les mêmes étapes sont à suivre pour chaque sac de poudre, pour chaque mélange on prend 100ml en utilisant l'éprouvette, et on les introduit dans un bécher pour les homogénéiser afin d'obtenir un lait reconstitué à 10% des cinq sacs, avec lequel les autres analyses seront effectuées.

❖ Mesure de pH

Le même mode opératoire est suivi pour la mesure du pH de l'eau, sauf que dans ce test on utilise le lait reconstitué au lieu de l'eau, et la température doit être à 20°C.

❖ L'acidité titrable

Dans un bécher, on transvase 10 ml de lait reconstitué et on vérifie la température qui doit être à 20°C, puis on ajoute 3 à 4 gouttes de phénolphthaléine avant d'introduire l'électrode du pH-mètre, et enfin on titre la solution avec de la soude (N/1,009). Le titrage doit être arrêté dès que le pH atteint 8.3.

L'acidité du lait est exprimée en degré Dornic (D°).

Le résultat est donné par l'expression suivante :

Acidité = $V_4 \times 10 \times$ Facteur de correction

V_4 : chute de la burette

❖ Détermination de la composition

On met le lait reconstitué dans un bécher, on vérifie la température qui doit être à 40°C, ensuite on introduit la sonde de l'appareil milkoscan dans l'échantillon. Le résultat s'affiche sur le micro ordinateur une minute après avoir enregistré les données de l'échantillon.

❖ Taux de MG « méthode de Gerber »

Dans un butyromètre à poudre, on met 10ml d'acide sulfurique à 91%, puis on déverse 10ml d'eau distillée, et à l'aide d'un entonnoir, on ajoute 2,5g de poudre de lait. On ajoute 1ml d'alcool iso-amylque, ensuite on homogénéise manuellement, pour qu'enfin, centrifuger le mélange pendant 5 minutes. Le résultat est lu directement sur le butyromètre, et ce test est réalisé pour chaque sac de poudre.

❖ Test de stabilité à la chaleur**➤ Test de stabilité au phosphate, ou test de "Ramsdell"**

Dans une série de 7 tubes, on introduit 10 ml du lait reconstitué, puis on ajoute 1,3 ; 1,4 ; 1,5 ; 1,6 ; 1,8 ; 2,0 ; 2,3 ml de phosphate monopotassique (KH_2PO_4 à 0,02N) dans les 6 tubes ; le septième servira comme témoin. On laisse chauffer ces solutions dans un bain marie à une température de 100°C pendant 5 minutes. Après les avoir retiré du bain marie, on les met dans de l'eau froide. Si on ne remarque pas de coagulation, cela signifie que le lait est stable.

➤ Test de bain d'huile à 140°C

On répartie 20ml du lait reconstitué dans 5 tubes (4ml dans chacun), on les referme et on les place dans bain d'huile. On agite les tubes en surveillant l'apparition de la coagulation dans chacun; et à partir de 5 minutes de chauffage, on commence à retirer les tubes un par un, à des temps différents, jusqu'à un temps de 30min, pour déterminer le temps nécessaire à la coagulation si elle a lieu.

III-4- Produit fini (Lait UHT)**❖ Tests de stabilité physique du lait UHT**

Selon l'épreuve de stabilité exigée par la réglementation Algérienne, les unités du lait UHT étuvées à 37°C et à 55°C, doivent subir les analyses physico-chimiques suivantes :

- La mesure du pH à 20°C ;
- Le test de stabilité à la chaleur ;
- Le test de stabilité à l'alcool ;

➤ **Mesure du pH**

Pour chaque brique étuvée, le pH est mesuré, en introduisant la sonde de pH directement après avoir ouvert la brique.

➤ **Test de stabilité à la chaleur**

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

On déverse 5 ml de lait à analyser dans un tube à essai, puis on place le tube dans un bain marie à 100°C pendant 10 minute. Si le lait coagule, il est considéré instable.

▪ **Test de Ramsdell**

Le même mode opératoire expliqué précédemment.

➤ **Test de stabilité à l'alcool**

On introduit 2 ml du produit à analyser dans un tube à essai, puis on ajoute 2 ml d'alcool, on le referme et on retourne 2 fois le tube sans agiter. Si le mélange s'écoule sans laisser de traces le long des parois, le lait est dit normal, par contre si la formation de grumeaux ou d'un coagulum ait lieu, le lait est considéré contaminé.

IV-Analyse microbiologique

L'objectif du contrôle microbiologique est de garantir une certaine sécurité hygiénique pour le consommateur, et pour assurer une bonne conservation aux produits (Guiraud, 1998).

IV-1-L'eau de process

➤ **La recherche de la flore totale aérobique mésophile**

On ensemence en masse quatre boîtes de Pétri par 1ml d'eau, puis on déverse la gélose PCA. On incube deux boîtes à 37°C et les deux autres à 22°C pendant 72h, et on prépare un témoin de gélose PCA.

➤ **La recherche des coliformes totaux**

On ensemence une série de 9 tubes de BCPL : trois tubes en doubles concentrés avec 10ml d'échantillon , trois en simples concentrés avec 1 ml, et les trois derniers en simples concentrés avec 0,1 ml ensuite on les incube à 37°C pendant 48h.

➤ **La recherche des Clostridiums sulfitoréducteurs**

❖ **Recherche de la forme sporulée**

On laisse chauffer 20 ml de la solution d'échantillon à 80°C pendant 10 minutes au bain marie, et après refroidissement, on ensemence dans un tube à essai 1 ml d'échantillon contenant 20 ml du milieu VF additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer, recouverte d'une couche de vaseline. Enfin, on incube le tube à 44°C pendant 48 heures.

❖ **Recherche de la forme végétative**

On répartie 20 ml de l'échantillon sur 4 tubes à essai, puis on ensemence chaque tube contenant 5 ml d'échantillon avec 20 ml du milieu gélosé VF additionné de sulfite de sodium et alun de fer, recouvert d'une couche de vaseline, et enfin on incube à 46°C pendant 24 à 48h.

➤ **La recherche des streptocoques fécaux**

Après avoir introduit 50 ml du milieu de Roth double concentré dans un flacon avec 50 ml d'eau, on incube à 37°C pendant 24h.

IV-2- Poudre de lait

➤ **Préparation de la solution mère**

Introduire aseptiquement dans un flacon stérile en verre 10 g de poudre de lait, ajuster avec le liquide Ringer jusqu'à 100 ml, pour obtenir une solution mère diluée à 10⁻¹, ensuite on prépare une série de dilution jusqu'à 10⁻⁵ (100 µl de solution mère dans 9 ml de LR).

➤ **La recherche de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)**

Devant le bec bunsen, on ensemence deux boîtes de Pétri avec 1 ml de chaque dilution, puis on ajoute la gélose PCA maintenue en surfusion, le mélange est homogénéisé lentement par des mouvements circulaires. On coule avec la gélose PCA une boîte de Pétri qui servira comme témoin. Après solidification, les boîtes sont retournées puis incubées à 30°C pendant 72 heures.

L'expression de résultat se fait à l'aide de l'équation suivante :
$$N = \frac{\Sigma C}{(n1+0,1n2)d}$$

ΣC : La somme de colonies comptées dans toutes les boîtes retenues

n1: nombre de boîtes comptées à la première dilution

n2: nombre de boîtes comptées à la deuxième dilution

d : la première dilution positive

➤ **La recherche des Coliformes totaux**

On ensemence une série de 3 tubes de 10ml de BLBVB par 1ml de la dilution mère (10^{-1}), puis on les incube à 30°C pendant 48h. On réalise un repiquage à partir des tubes incubés sur le même milieu BLBVB, et on incube les tubes ensemencés à 30°C pendant 24h. Les résultats sont exprimés par le nombre le plus probable (NPP) de coliformes contenus dans un gramme de produit.

➤ **La recherche des Clostridiiums sulfito-réducteurs**

On met 20 ml de la solution mère dans un tube à assai stérile, puis on le chauffe au bain marie pendant 10 minutes à 80°C, afin de détruire les formes végétatives et activer les spores. Après refroidissement du tube sous un filet d'eau froide, on ensemence 2 tubes avec 5 ml de la solution mère dans le milieu TSC, on homogénéise par retournement complet de tube, sans agitation afin d'éviter l'oxygénation du milieu, et enfin on incube le tube à 44°C pendant 20heures ± 2 heures. La lecture se fait pour la somme des deux tubes, en comptant les colonies noires de chaque tube.

IV-3- Lait UHT (test de stabilité)

Les germes aérobies à 30°C sont les seuls germes recherchés dans le lait UHT d'après (J.O.R.A .N°35,1998).

➤ **La recherche de la FTAM**

On désinfecte la surface supérieure des briques à analyser avec de l'alcool, puis on ensemence les boîtes de Pétri avec 1ml de lait prélevé de chaque brique. On coule la gélose PCA. et on incube les boîtes à 30°C pendant 72h.

I- Paramètres sensoriels

➤ L'eau de process

Le tableau III montre les résultats d'analyses sensorielles de l'eau de process.

Tableau III : Résultats d'analyses sensoriel de l'eau de process.

Paramètre	Résultat	Norme
Goût	Normal	Normal
Odeur	Normal	Normal
Couleur	Claire limpide	Clair limpide
Aspect	Absence de matière en suspension	Absence de matière en suspension

Les eaux étudiées (l'eau brute et traitée) ne présentent aucune odeur caractéristique, ceci indique qu'elles sont exemptes de produits chimiques et de matières organiques en décomposition, et elles ne présentent pas de goût étrange à celui de l'eau. En effet, une eau destinée à la consommation humaine doit être toujours incolore et limpide, et dépourvue de matières en suspension. D'après les résultats, l'eau analysée répondes à toutes ces exigences.

➤ La poudre du lait

Les résultats d'appréciation sensorielle de la poudre du lait sont mentionnés dans le tableau ci-dessous

Tableau IV : Résultats d'appréciation sensorielle de la poudre du lait.

Poudre	Poudre 0% MG			Poudre de 26 % MG		
	1	2	Norme	1	2	Norme
Gout /odeur	N	N	Normal	N	N	Normal
Couleur	B	B	Blanchâtre	J	J	Jaunâtre
Aspect	N	N	Sans grumeaux	Sans grumeaux	Sans grumeaux	Sans grumeaux

N=Normal B=Blanchâtre J=Jaunâtre

Le goût et l'odeur sont francs, sans odeur de cuit ou étrange à celle du lait, La couleur blanchâtre de la poudre de 0% MG est normale, car elle ne contient pas de MG, tandis que la couleur jaunâtre de la poudre de 26%MG indique que celle-ci est très riche en MG. Elle ne présente également ni de grumeaux ni l'aspect du brûlé. Ces résultats confirment la bonne qualité de cette poudre.

➤ **Lait UHT**

▪ **Après étuvage à 37°C**

Les résultats d'appréciation sensorielle du lait UHT sont mentionnés dans le tableau V.

Tableau V: Résultats d'appréciation sensorielle du lait UHT après étuvage à 37°C.

Paramètres	Couleur	Odeur	Goût	Remontée de MG	Sédiment
16^{ème} jour d'étuvage	Blanche	Normal	Normal	Absence	Absence

D'après les résultats présentés dans le tableau précédent, les caractéristiques sensorielles du lait UHT ne sont pas modifiées au cours de l'étuvage à 37°C, cela s'explique par la stabilité du lait UHT à cette température, malgré que la durée d'incubation fût de 15 jours.

▪ **Après étuvage à 55°C**

Les résultats d'appréciation sensorielle du lait UHT sont indiqués dans le tableau VI.

Tableau VI : Résultats des paramètres sensoriels du lait UHT après étuvage à 55°C.

Paramètre	Couleur	Odeur	Goût	Remontée de MG	Sédiment
7^{ème} jour d'étuvage	Brune claire	Caramel	Caramel	Absence	Absence

Après étuvage à 55°C pendant 7 jours, une couleur brune claire est observée, et un goût et une odeur de caramel ont été ressentis.

Ces modifications peuvent être expliquées par certaines réactions de décomposition qui ont eu lieu sous l'influence de la température.

L'apparition de la couleur brune dans le lait résulte de la réaction de Maillard, qui se manifeste par un brunissement non enzymatique. Ce dernier est initié par la réaction entre la forme ouverte d'un sucre réducteur et un acide aminé aboutissant à la formation d'une base de Schiff qui existe en équilibre avec un acide glycosylaminé (Hodge, 1953).

La réaction de Maillard peut être subdivisée en trois étapes principales (Figure I): La première étape conduit à la formation réversible de glycosylamines qui se réarrangent selon les réarrangements d'Amadori (Dans le lait, le composé d'Amadori est la lactulosyllysine, attachée aux protéines) ou de Heyns, la seconde étape correspond à la dégradation des produits des réarrangements d'Amadori et de Heyns.

Elle conduit, notamment à la formation de composés hétérocycliques responsables des odeurs. Les principaux produits de dégradation de la lactulosyllysine liée à des protéines dans le lait sont le galactose et l'acide formique (Berget van Boeckel, 1994).

La troisième étape correspond à la polymérisation d'intermédiaires réactionnels produits lors de la deuxième étape, et donne ainsi naissance à des mélanoidines.

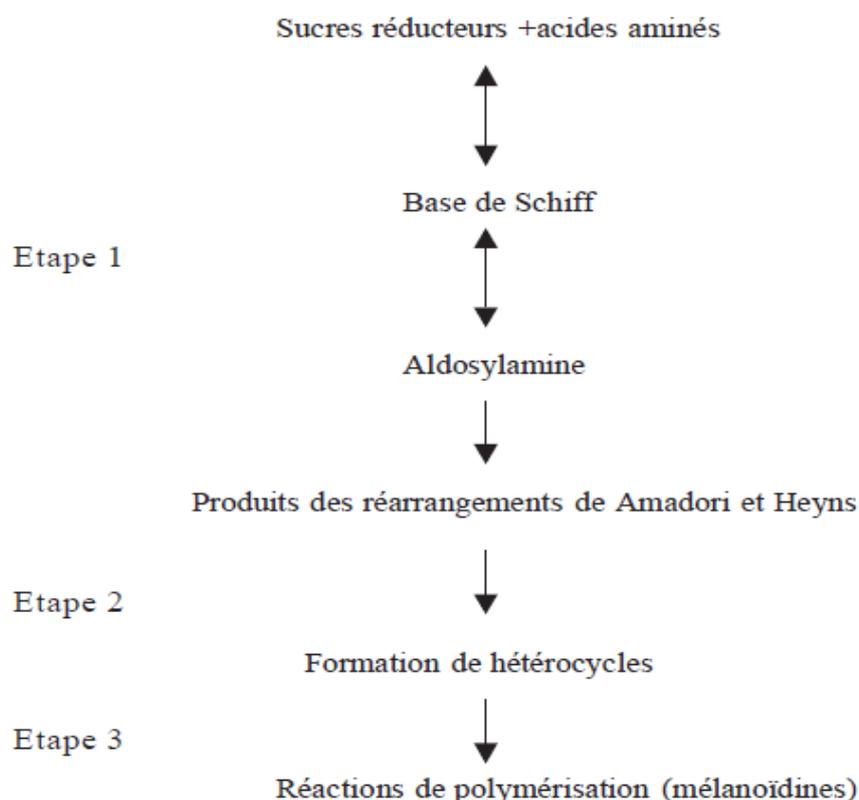


Figure I : Principales étapes de la réaction de Maillard.

Les conséquences de la réaction de Maillard dans le lait sont importantes et comprennent la perte de valeur nutritive car les résidus lysine sont bloqués et non assimilés, une digestibilité réduite, la production de saveur, la polymérisation des protéines du lait ainsi que le développement de coloration brune à cause des mélanoidines (van Boeckel, 1998).

Malgré la température de stockage qui atteint les 55°C ; le lait analysé reste bon à consommer et sans aucun risque, puisque sa stabilité est préservée et ne présente pas de défaut.

II-Résultats des Analyses physico-chimiques

➤ Eau de process

Le tableau VII montre les résultats d'analyses physicochimiques de l'eau de process.

Tableau VII : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process.

	Eau brute			Eau traitée			Norme (Candia)	
							Eau brute	Eau traitée
pH	7,64	7,61	7,55	7,27	7,18	7,38	[6,5 ; 8,5]	[6,5 ; 8,5]
Th (F°)	36	35	33	10,6	10,8	11	<50	[7-15]
K_{μs}\cm	768	806	775	307	306	328	<1200	<400
Cl μg/l	60	52	55	22	20	23	-	<35
TA (F°)	00	00	00	00	00	00	-	-
TAC (F°)	22	22	20	6,8	7,4	8	<30	<10
Chlorure [mg/l]	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	[0,1-0,6]	[0,1-0,25]

La mesure du pH, du TH, du TA (teneur de l'eau en hydroxydes alcalin et les carbonates) et du TAC (concentration des hydroxydes alcalins, des carbonates et des bicarbonates dans l'eau) permet d'éviter l'entartrage, la corrosion, l'incrustation des canalisations d'eau et la perturbation des procédés industriels.

Concernant le pH, il est le paramètre le plus important dans le contrôle de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement (Lefevre, 1991) car un pH <7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux de canalisation avec entrainement d'éléments indésirables comme le plomb et le cuivre, et un pH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions, à des valeurs supérieures à 8,5, le pH ne permet pas une bonne dissolution de la poudre de lait (J.O.R.A n°51, 2000).

Pour la dureté totale ou le titre hydrotimétrique (TH), il représente la somme des concentrations en cations calcium et magnésium (Berne et Cordonnier, 1991), elle doit être inférieure à 40°F pour les eaux brutes, car un TH trop élevé pourrait provoquer l'entartrage des canalisations, un TH inférieur à 15°F pour les eaux de process favoriserait une bonne solubilité de la poudre de lait (Rodier et al, 2005).

Les directives du conseil des communautés européennes et la réglementation algérienne, fixent à 25°C la température à ne pas dépasser pour l'eau destinée à la consommation humaine. En effet, la température de l'eau est un facteur majeur qui facilite la reconstitution et la mouillabilité (Moller, 2000).

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm, Une conductivité élevée provoque une augmentation de la concentration des ions en solution (Rodier et al, 2005).

Une concentration élevée de chlorures affecte le goût de l'eau et accélère la corrosion des métaux dans le réseau en fonction de l'alcalinité de l'eau, cela peut entraîner une augmentation de la concentration de certains métaux dans l'eau.

D'après le tableau VII; Les résultats obtenus pour l'ensemble des paramètres de l'eau de process sont conformes aux normes algériennes et aux normes de l'entreprise, ce qui signifie que le traitement d'eau appliqué par l'entreprise tchin-lait Candia est efficace, et l'eau utilisée pour la production du lait UHT est de bonne qualité.

➤ Poudre de lait

Les résultats d'analyses physicochimiques de la poudre de lait sont illustrés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait

Produit	Poudre de 0%MG			Poudre de 26%MG		
	1	2	Norme (Candia)	1	2	Norme (Candia)
Humidité	2,90	2,91	≤4	3,38	3,46	≤4
pH	6,66	6,67	6,6-6,8	6,77	6,72	6,6-6,8
Acidité (°D)	13,11	13,17	<15	9,018	9,08	<15
MG (%)	00	00	00	27	27	26
MP	32,32	32,57	-	34,62	34,53	-
Ramsdell (ml)	1,6ml≥1,3	1,7ml	≥1,3	≥1,3	≥1,4	>1,6
Bain d'huile	9min	12 min	>5min	>25min	25min	>12min

L'analyse du tableau montre que chaque paramètre étudié possède une valeur inférieure à la limite établie par l'entreprise. En effet, la valeur du pH de la poudre de lait est conforme, elle se situe dans l'intervalle de la norme recommandée par l'entreprise. Ceci nous renseigne sur la stabilité et la fraîcheur du lait cru à partir duquel la poudre de lait utilisée par Tchic-lait Candia est obtenue.

Les résultats obtenus pour l'acidité titrable sont conformes, ce qui est témoin de la fraîcheur et de la richesse du lait en phosphates, citrates et protéines (Amiot et al, 2002). Concernant le résultat de mesure d'humidité, il montre que la teneur en eau de la poudre de lait est conforme à la norme fixée par l'entreprise. La faible teneur en eau de la poudre lui confère une protection contre les altérations microbiennes.

Pour ce qui est des résultats des tests de stabilité à la chaleur, le test de bain d'huile a montré que le lait reconstitué à partir de cette poudre peut résister à un traitement thermique très sévère; et le test de Ramsdell indique que les échantillons de poudre de lait présentent une charge normale en ions phosphates, ce qui signifie que la poudre de lait peut subir un traitement thermique sans risque de coagulation.

➤ **Lait UHT**

❖ **Δ pH des briques étuvées à 37°C**

Les résultats de la mesure du pH du lait UHT après incubation à 37°C pendant 15 jours sont présentés dans le tableau IX pour le lait (UHT Entier).

Tableau IX : Résultat de la mesure de pH des briques étuvées à 37°C (lait UHT Entier).

Echantillon : Lait UHT(Entier)	pH des briques étuvées à 37°C	pH des briques témoins	ΔpH des briques étuvées à 37°C
1	6,65-6,65	6,67	0,02-0,02
2	6,65-6,65	6,67	0,02-0,02
3	6,65-6,65	6,68	0,03-0,03
4	6,61-6,61	6,68	0,07-0,07
5	6,61-6,61	6,66	0,05-0,05
6	6,61-6,61	6,67	0,06-0,06
7	6,60-6,60	6,68	0,08-0,08
8	6,60-6,60	6,68	0,08-0,08
9	6,61-6,61	6,71	0,10-0,10
10	6,60-6,60	6,64	0,04-0,04

Les résultats de la mesure du pH du lait UHT (demi écrémé) après incubation à 37°C pendant 15 jours sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau X : Résultat de la mesure de pH des briques étuvé à 37°C (lait UHT demi écrémé).

Echantillon : Lait UHT (demi écrémé)	pH des briques étuvées à 37°C	pH des briques témoins	Δ pH des briques étuvées à 37°C
1	6,63-6,63	6,67	0,04-0,04
2	6,63-6,63	6,66	0,03-0,03
3	6,60-6,60	6,65	0,05-0,05
4	6,60-6,60	6,68	0,08-0,08
5	6,60-6,60	6,66	0,06-0,06
6	6,62-6,62	6,66	0,04-0,04
7	6,63-6,63	6,67	0,04-0,04
8	6,60-6,60	6,65	0,05-0,05
9	6,65-6,65	6,68	0,03-0,03
10	6,65-6,65	6,68	0,03-0,03

Les résultats de la mesure du pH du lait UHT (demi écrémé VIVA) après incubation à 37°C pendant 15 jours sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XI : Résultat de la mesure du pH des briques étuvées à 37°C (lait UHT demi écrémé Viva).

Echantillon : Lait UHT (demi-écrémé Viva)	pH des briques étuvées à 37°C	pH des briques témoins	Δ pH des briques étuvées à 37°C
1	6,60-6,60	6,63	0,03-0,03
2	6,60-6,60	6,63	0,03-0,03
3	6,60-6,60	6,64	0,04-0,04
4	6,60-6,60	6,65	0,05-0,05
5	6,60-6,60	6,65	0,05-0,05
6	6,61-6,61	6,67	0,06-0,06
7	6,61-6,61	6,65	0,04-0,04
8	6,60-6,60	6,64	0,04-0,04
9	6,60-6,60	6,63	0,03-0,03
10	6,60-6,60	6,63	0,03-0,03

Les résultats obtenus pour le lait UHT après incubation à 37°C montrent que le ΔpH entre les briques témoins et les briques incubées à 37°C pendant 15 jours présente de faibles variations : selon le graphe (figure II), le ΔpH varie entre 0,01 et 0,1 pour le lait UHT entier, entre 0,03 et 0,08 pour le demi écrémé, et entre 0,03 et 0,06 pour le demi écrémé VIVA).

Ces légères différences sont des fluctuations qui peuvent être expliquées par des erreurs de manipulation ou par manque de sensibilité du pHmètre. Malgré ces variations, les valeurs du pH restent fiables et conformes aux normes algériennes, qui indiquent qu'elles ne doivent pas dépasser 0,2 entre les unités d'échantillonnage étuvées et l'unité d'échantillonnage témoin mise à la température ambiante pendant la période retenue pour le lait stérilisé et le lait stérilisé UHT.

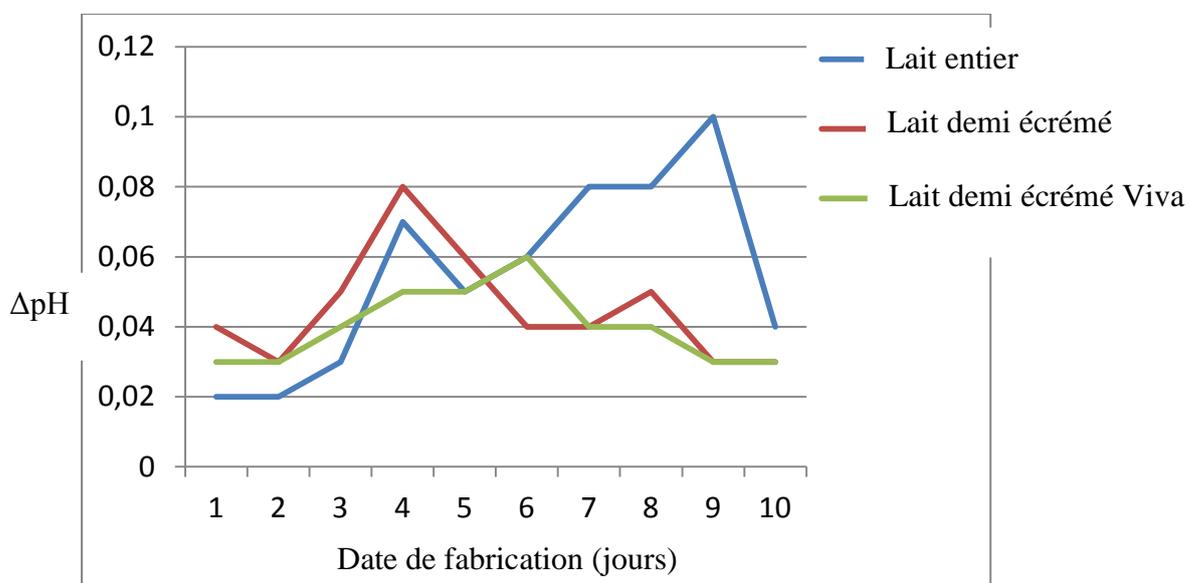


Figure II: Evolution de la variation du pH entre les briques témoins et les briques étuvées à 37°C.

➤ Δ pH des briques étuvées à 55°C

Les résultats de la mesure de pH du lait UHT (entier) après incubation à 55°C pendant 7 jours sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XII : Résultat de la mesure de pH des briques étuvé à 55°C (lait UHT Entier).

Echantillon : Lait UHT (entier)	pH des briques étuvées à 55°C	pH des briques témoins	Δ pH des briques étuvées à 55°C
1	6,52-6,52	6,67	0,15-0,15
2	6,52-6,52	6,67	0,15-0,15
3	6,52-6,52	6,68	0,16-0,16
4	6,53-6,53	6,66	0,13-0,13
5	6,54-6,54	6,68	0,14-0,14
6	6,54-6,54	6,68	0,14-0,14
7	6,53-6,53	6,68	0,15-0,15
8	6,52-6,52	6,68	0,16-0,16
9	6,52-6,52	6,71	0,19-0,19
10	6,52-6,52	6,64	0,12-0,12

Les résultats de la mesure de pH du lait UHT (demi écrémé) après incubation à 55°C pendant 7 jours sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XIII: Résultat de la mesure de pH des briques étuvé à 55°C(lait UHT demi écrémé).

Echantillon : Lait UHT (demi écrémé)	pH des briques étuvées à 55°C	pH des briques témoins	Δ pH des briques étuvées à 55°C
1	6,51-6,51	6,66	0,15-0,15
2	6,51-6,51	6,67	0,16-0,16
3	6,52-6,52	6,65	0,13-0,13
4	6,57-6,57	6,68	0,11-0,11
5	6,55-6,55	6,67	0,12-0,12
6	6,54-6,54	6,71	0,17-0,17
7	6,52-6,52	6,68	0,16-0,16
8	6,51-6,51	6,66	0,15-0,15
9	6,52-6,52	6,71	0,19-0,19
10	6,53-6,53	6,71	0,18-0,18

Les résultats de la mesure de pH du lait UHT (demi écrémé Viva) après incubation à 55°C pendant 7 jours sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XIV: Résultat de la mesure de pH des briques étuvé à 55°C (demi écrémé Viva).

Echantillon :Lait UHT(demi écrémé Viva)	pH des briques étuvées à 55°C	pH des briques témoins	Δ pH des briques étuvées à 55°C
1	6,44-6,44	6,63	0,19-0,19
2	6,47-6,47	6,64	0,17-0,17
3	6,44-6,44	6,63	0,19-0,19
4	6,49-6,49	6,63	0,14-0,14
5	6,50-6,50	6,63	0,13-0,13
6	6,52-6,52	6,66	0,15-0,15
7	6,51-6,51	6,67	0,16-0,16
8	6,51-6,51	6,63	0,12-0,12
9	6,53-6,53	6,64	0,11-0,11
10	6,53-6,53	6,64	0,11-0,11

Les résultats de la mesure du pH du produit fini après incubation à 55°C pendant 7 jours sont présentés dans le tableau XIV.

Selon le graphe de la figure III, qui montre la variation du pH entre les échantillons témoins et les échantillons étuvés à 55°C; le Δ pH des briques analysées varient entre 0,11 et 0,19, pour les trois types de lait.

L'abaissement du pH des briques étuvés à 55°C pendant 7 jours; peut être expliqué par trois réactions pouvant subvenir à des températures élevées : l'oxydation thermique du lactose en acides organiques (50% de l'abaissement du pH), l'hydrolyse du phosphate organique (phosphosérines) (30 %), et enfin la précipitation du phosphate de calcium tricalcique et le relâchement concomitant d'ions H⁺ (20 %) (Singh, 2004).

Concernant les valeurs du Δ pH des briques étuvées à 37°C comparées à celles des briques étuvées à 55°C, nous avons noté de faibles différences qui restent conformes à la norme algérienne. La stabilité du lait analysé est donc préservée, grâce à sa résistance à des températures de stockage qui atteignent les 55°C.

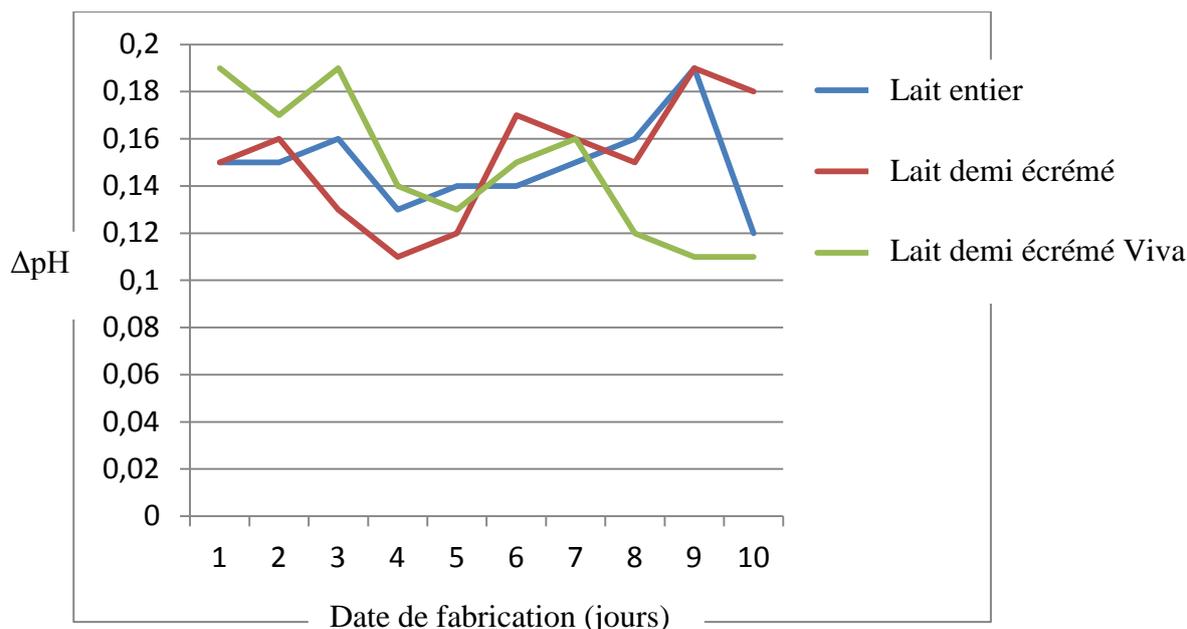


Figure 5: Evolution de la variation du pH entre les briks témoins et les briques étuvées à 55 °C.

❖ Test de stabilité à la chaleur

• Test à l'ébullition

Lorsque le lait est en phase d'acidification, un traitement thermique entraîne une déstabilisation de ses protéines, qui se manifeste par une coagulation ou une floculation. Les résultats des analyses des échantillons du lait par le test d'ébullition ne présentent ni de précipitation, ni de floculation, ni de coagulation, ce qui révèle que le lait UHT analysé est stable à la chaleur.

• Test de Ramsdell

La surcharge du lait en ions de phosphate entraîne la coagulation de ce dernier, plus la quantité de phosphates est élevée, plus le lait est instable et vice versa (Odet et al. 1985). Les résultats du test de Ramsdell peuvent donc être expliqués par la résistance des micelles de caséines à des volumes de solutions de phosphates supérieurs à 2,3 ml qui représente la norme de l'entreprise.

❖ Test de stabilité à l'alcool

Le lait est dit normal si le mélange s'écoule le long des parois du tube sans laisser de traces. Cependant, le lait est instable, éventuellement acide si le mélange présente des flocons de protéines précipitées (Petranxiene et Lapied, 1981).

C'est une méthode qui permet de sélectionner les laits destinés à subir un traitement thermique. Il permet, de ce fait, de minimiser le risque de voir le lait se déstabiliser lors du traitement UHT et se sédimenter dans les emballages après traitement thermique (Odet et al, 1985). Le résultat de test de stabilité à l'alcool indique l'absence d'altération et de coagulation.

III-Analyses microbiologiques

➤ Eau de process

Les résultats microbiologiques de l'eau de process analysé sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XV : Résultats d'analyses microbiologiques de l'eau de proces.

Germe	Coliformes	Flore totale	St	CSR
Eau brute	Abs	Abs	Abs	Abs
Eau traité	Abs	Abs	Abs	Abs
Norme(J.O.R.A n°51,2000).	Norme	Norme	Norme	Norme
Eau brute	-	-	Abs	Abs
Eau traité UFC/ml	<1	<2.10 ⁵	Abs	Abs

Les résultats des analyses microbiologiques obtenus pour l'eau de process montrent que la charge microbienne de l'eau de reconstitution est nettement inférieure aux normes algériennes. Cela est dû d'une part à la qualité de l'eau de distribution déjà traitée par l'ADE (Algérienne des Eaux), et d'une autre part, au traitement effectué au niveau de la station de traitement des eaux de l'unité de production. L'absence des *Clostridium sulfitoréducteurs* et des coliformes qui sont des indices de contamination fécale résulte du respect des bonnes conditions d'hygiène (Guiraud et Galzy, 1980).

➤ **poudre de lait**

Les résultats microbiologiques de la poudre du lait sont indiqués dans le tableau XVI.

Tableau XVI: Résultats microbiologiques de la poudre du lait.

Germe Recherché	Lot	26%		0%		norme
		Lot1	Lot2	Lot1	Lot 2	
FT (UFC/ml)		2,21.10 ³	0,22 .10 ³	1,4 .10 ²	3.10 ²	2.10 ⁵
CT (germes/ml)		<10	<10	<10	<10	10
CSR (germes/ml)		<10	<10	1	2	10

Les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait indiqués dans le tableau XVI, montrent la présence d'un nombre réduit de germes. Les chiffres obtenus ne dépassent pas les valeurs fixées par la norme (J.O.R.A. N°19 ,2000).

D'après ces résultats, la poudre de lait importée par Tchir-lait/Candia est de qualité microbiologique satisfaisante, révélant ainsi le conditionnement aseptique de la poudre dans des sacs de 25 Kg en polyéthylène doublé de sacs en papier à l'extérieur, et leur stockage dans une salle à température ambiante, qui permet d'éviter l'augmentation du taux d'humidité, empêchant ainsi leur altération.

➤ **Produit fini**

Les résultats microbiologiques du lait UHT sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XVII : Résultats microbiologiques du lait UHT.

Germes recherchés	Résultat	Température d'étuvage	Norme
GT	Abs	37°C	<10 /0,1ml
GT	Abs	55°C	<10 /0,1ml

Les résultats des analyses bactériologiques effectuées sur le produit fini présentés dans le tableau XVII, montrent une absence totale de la FTAM, ce qui confirme sa stérilité. La réglementation précise que la charge en germes aérobies mésophiles totaux dans 0,1ml de lait ne doit pas dépasser 10germes pour le lait UHT (J.O.R.A. N°35,1998).

Ces résultats sont expliqués par la destruction de la quasi-totalité des microorganismes présents dans le lait UHT produit, ce qui témoigne l'efficacité du traitement thermique appliqué.

Conclusion

Le présent travail avait pour objectif d'étudier la stabilité physico-chimique et microbiologique du lait UHT produit par la laiterie Tchîn-lait Candia à différentes températures de stockage; à 37°C et à 55°C, et cela en suivant l'impact du changement des températures sur l'évolution de la flore microbienne et sur les différents paramètres physico-chimiques de ce produit.

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques effectuées sur les matières premières (eau et poudre du lait), ont révélé l'efficacité du traitement d'adoucissement de l'eau, qui permet une bonne dissolution de la poudre de lait utilisée dans des procédés ultérieurs, et confirme la bonne qualité de la poudre de lait, vu sa résistance au traitement thermique. Quant au produit fini, les résultats d'analyses des briques stockées à 37°C pendant 15 jours, comparées à ceux des briques témoins stockées à température ambiante, montrent que le ΔpH , exprimé par la relation : $\text{pH du témoin} - \text{pH des briques stockées}$, présente de faibles variations. Par contre, le pH des briques étuvées à 55°C pendant 7 jours diminue par rapport au pH des briques étuvées à 37°C, ce qui signifie que le ΔpH augmente, mais restant inférieur à la valeur 0,2 fixée par les normes Algériennes.

Concernant les résultats d'appréciation sensorielle, un léger brunissement est apparu, accompagné d'un goût légèrement caramélisé, qui peuvent être expliqués par la réaction de Maillard survenue suite à l'augmentation de la température de stockage. Ces modifications sont à l'origine d'un trouble de la stabilité des constituants du produit.

Les résultats d'analyses microbiologiques des matières premières se situent dans l'intervalle de conformité fixés par le Journal Officiel. Pour le produit fini (lait UHT), le taux de charges microbiennes retrouvé restent conformes aux normes de l'entreprise et aux normes Algériennes, que ça soit dans les briques témoins ou dans les briques étuvées à 37°C et 55°C. Ces résultats font preuve de la bonne qualité des matières premières rentrant dans la fabrication du lait Tchîn-lait /Candia, et démontrent que le traitement UHT appliqué par cette laiterie est d'une grande efficacité.

En perspective, la laiterie Tchîn-lait Candia a réussi, grâce au respect des exigences normatives relatives à la production du lait UHT, à assurer les bons critères sanitaires de ses produits et à satisfaire ainsi les consommateurs, mais il est préconisé de compléter les analyses du lait UHT par des analyses enzymatiques dans le but de résoudre de manière définitive tout problème lié à la conservation du lait, causé par des réactions biochimiques qui se déroulent entre les constituants du lait.

Conclusion

Un autre point très important à traiter, c'est bien les solutions possibles permettant de minimiser l'ensemble des réactions de Maillard, qui pourrait se faire par utilisation d'un matériel ne contenant ni de fer ni de cuivre qui catalyserait ces réactions, ou utiliser une technologie adaptée en stérilisation à l'autoclave par exemple, par emploi des températures les plus basses possibles.

Références bibliographiques

- Adams D M, JT Barach, et L Speck. Effect of psychrotrophic bacteria from raw milk on milk proteins and stability of milk proteins to ultra high temperature treatment. *J. Dairy Sci.* (1976).59:821.
- Amiot J, Fournier S, Lebeuf y, Paquin P, Simpson R et Turgeon H. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In Vignola C.L, Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, (2002). (600 pages) ISBN:1-3-25-29-73.
- Annet P. (1987). La lipolyse du lait, généralités, influence du transport. Thèse de doctorat Vétérinaire, Lyon.
- Berg H. E, Van Boekel M. A. J. S., 1994. Degradation of lactose during heating of milk. Reaction pathways. *Netherlands Milk and Dairy Journal* 48: 157-175.
- Berne F, Coronnier J. (1991). Traitement des eaux. Edition. Tec. P 6-14.
- Boudiers JF, Luquet FM(1981). Dictionnaire Laitier.
- Calvo. (1995). Heat-Induced Interactions between Serum Albumin, Immunoglobulin, and k-Casein Inhibit the Primary Phase of Renneting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43: 2823-2827.
- Cayot, Lorient D. (1998). Structure et techno fonction des protéines du lait, Ed : Tec et doc, Lavoisier, Paris.
- Credig M, Dalgleish D G. Effect of temperature and pH on the interactions of whey proteins with casein micelles in skim milk. *Food research International*, (1996). 29(1): 49-55.
- Derby. (2001). Lait, nutrition et santé, Valeur nutritive du lait stérilisé (effet de la stérilisation thermique sur la valeur nutritive du lait de vache). Etudes Agricoles de la F.A. Ed : Tec et doc, Lavoisier, Paris.

Références bibliographiques

- Dousset M, Demaimay C. Ravaud A, Levesque, X Pinet, Y Kergo. Influence de la température de réfrigération du lait sur la protéolyse du lait U.H.T. au cours de son stockage. (1988). Lait. 68:143.

- Driessen (F.M.), Stadhouders JS. Thermal activation and inactivation of exocellular lipases of some Gram-negative bacteria common in milk. Neth. Milk Dairy (1974), J., 28, 10-22.

- Feinberg M, Favier JP, ireland répertoire générale des aliments: table de composition des produits laitiers. Ed : Tec et doc. Lavoisier, Paris, (1987). P: 35.

- Fryer P. J, Belmar-Beiny M T, Schreier P J RFouling and cleaning in milk processing. Heat-induced changes in milk, International Dairy Federation (1995). (IDF) 364-395.

- Gaucheron. (2004). Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:783 (922 pages).

- Gebre-Egziaber A, ES Humbert and G Blankenagel. Heat-stable proteases from psychrotrophs in milk. J. Food Protec, (1980). 43:197.

- Gosta B. (1995). Les composants du traitement du lait. Le lait en poudre : manuel de transformation du lait. Ed. Tetra Pack processing system AB. Sweden, pp: 442-375-384.

- Grippon JC. (1987). Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL – INRA, Paris, 231-239.

- Guiraud J P. (1998). Microbiologie alimentaire. Ed : Dunod. Paris.

- HODGE J E. (1953). Chemistry of browning reactions in model systems. J. Agric. Food Chem, 928-943.

- Humbert G (1986). La protéase alcaline (plasmine) du lait: dosage, purification et implications en technologie laitière. Thèse de Doctorat es-Sciences, Université de Nancy I, France.

Références bibliographiques

- Ichilczyk-Leone J, Amram Y, Schneid N and Lenoir J. Le refroidissement du lait et son comportement en fromagerie. 1. Incidences du refroidissement du lait sur ces caractères physico-chimiques et son comportement vis-à-vis de la présure. (1981). RL.F. 401:7.
- Ichilczyk-Leone J, Amram Y, Schneid N and Lenoir J. Le refroidissement du lait et son comportement en fromagerie, (1991).
- Jean et Dijon (1993).Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.
- Jeantet R., Croguennec T, Schuck P Et Brule G. Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier, (2007) : 17 (456 pages).
- Jeantet R, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P Et Brule G. Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier. (2008) : 1-3-13-14-17 (185 pages).
- Kuzdzal-Savoie S (1982). La lipolyse dans les crèmes et les beurres : acidité libre et appréciation organoleptique. La Technique Laitière, 967, 12-15.
- Mahieu (1985). Modification du lait après récolte. Lait et produits laitiers. Lavoisier, Paris, tome 1.
- Mathieu AM et al, (1986). Lait et produits laitiers , notes de cours, Université Lubumbashi, Fac Médecine Vétérinaire.
- Manji B.Y, Kakuda and D.R Arnott. Effect of storage temperature on age gelation of ultra-high temperature milk processed by direct and indirect systems, (1986).
- Mckellar RC. (1984). Comparison of the Hide Powder Azur and casein trinitrobenzene sulfonic acid methods for determining proteolysis in skim milk. J.Food Protec. 47:477.
- Meffe N. (1994). La lipolyse dans le lait de vache : bien en comprendre les mécanismes et les causes pour mieux la prévenir. Rec. Med. Vét, 170 (6/7): 399-410.

Références bibliographiques

-Miranda G and J C Gripon. Origine, nature et incidences technologiques de la protéolyse dans le lait. (1986).

-Moller S. (2000). La reconstitution du lait. Ed. Sodiaal, Ivry-sur-seine, P. 51.

-Mottar J.(1984). Thermoresistance des bactéries psychrotrophes du lait cru et de leurs protéinases. Lait. 64: 365.

-Odet G, Cerf O, Chevilotte J, Douard D, Gillis J. C, Heliane E et Ligna C. J. (1985).

La maîtrise du lait stérilisé UHT. Ed. Apria, Paris, P.201.

-Patel T R, Jackmann D M, Williams G J, Bartlett M.Physico-chemical properties of heat stable proteases from psychrotrophic Pseudomonas. 1. Food Prot. (1986), 49, 183-188.

-Petranxiene D. et Lapied L. (1981). La qualité bactériologique du lait et des produits laitiers : Analyse et test. Ed. Tec et Doc, Paris, P. 79.

-Pougheon. (2001). Contribution a l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 31(102 pages).

-Pougheon S et Goursaud J. (2001) .Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRYG. Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

-Rodier J, Bazinet C, Chambon P, Brautin J. P, Champsarir H. et Rodi L. (2005). L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mer. Ed. Dunod, Paris. 1384P.

-Sechet P. (2001). Le lait UHT : Généralités. Ed. Enilia, Surgères, p 34.

-Singh H, Waungana A. Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. International Dairy Journal .2001. 543-551.

Références bibliographiques

- Singh H, 2004. Heat Stability of milk. *International Journal of Dairy Technology* 57(2-3): 111-119.
- Surel,O, Ali-Haimoud-Lekhal. Composition de la matière grasse du lait de vache et influence des traitements technologiques. *Revue Méd. Vét.* (1999), 150 (8-9), 681-690.
- Te Whaiti I E, Fryer T F. La production des protéases et des lipases de *Pseudomonas psychrotrophes* dans le lait et leur stabilité à la chaleur, (1978).
- Ustumol, Brown J. Effects of heat treatment and posttreatment holding time on rennet clotting of milk. *Journal of Dairy Science.* (1985).
- Van Boekel MAJS. (1998). Effect of heating on Maillard reactions in milk. *Food Chemistry.*
- Veisseyre G. (1975). *Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait.* Paris. La Maison Rustique, P184-241, ISBN : 27 066001 187.
- Veisseyre. (1979). *Technologie du lait : constitution, récolte, traitement et transformation du lait.* Edition : la maison rustique, p9-33.
- Vignola C.(2002).*Science et technologie du lait, transformation de lait.* Ecole polytechnique de Montréal.
- Walstra et Jenness. *Dairy chemistry and physics.* John wiley and sons, New-York, (1984). 467 p.

Textes réglementaires

- J.O.R.A.N°69.(1993). Arrêté interministériel de 27 octobre 1993. Relatif aux spécifications microbiologiques et physico-chimiques de certaines denrées alimentaires.
- J.O.R.A. N° 35. (1998). Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.

Références bibliographiques

-J.O.R.A.(1999).Arrêté interministériel du 13 Chaâbane 1420 correspondant au 21 novembre 1999 relatif aux températures et procédés de conservation par réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires, p 15.

-J.O.R.A. (2000). Arrêté du 27 Dhou El Hidja 1420 correspondant au 2 avril 2000 modifiant et complétant l'arrêté du 17 Rajab 1420 correspond au 27 octobre 1999 relatif aux Spécifications du lait en poudre industriel et aux conditions et modalités de présentation, sa détention, son utilisation et sa commercialisation. p 15.

-J.O.R.A.N°51.(2000). Arrête interministériel du 20 Août 2000 relatif aux normes de potabilité d'une eau de consommation.

-J.O.R.A. N° 69. (2003). Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. Textes Législatifs. Lait et produits laitiers.

Annexe I

Présentation de l'entreprise

a-Historique de l'entreprise

TchinTchin était, à l'origine, une entreprise familiale, spécialisée dans les boissons gazeuses depuis 1954. Elle a de ce fait, capitalisé une longue expérience dans le conditionnement des produits sous forme liquide. L'arrivée des grandes firmes multinationales sur le marché des boissons gazeuses, l'a contraint à réviser sa stratégie; d'où l'idée de reconversion vers le lait UHT, qui a donné naissance à Tchin Lait.

b-L'entreprise TCHIN- LAIT

Implantée sur l'ancien site de la limonaderie Tchin-Tchin, à l'entrée de la ville de Bejaia, Tchin-Lait produit et commercialise le lait à longue conservation UHT (Ultra Haute Température) sous le label CANDIA.

Tchin Lait est une laiterie moderne, construite sur une superficie totale de 3.000 m², comprenant: un atelier de production, un laboratoire, les utilités (chaudières, station de traitement des eaux, station de froid...) et l'administration générale avec un chiffre d'affaires de 2,274 milliards de DA.

La gamme de production Tchin Lait est constituée de :

- ✓ **Lait longue conservation** conditionné en emballage Tétra Paks et Combi bloc 1litre.
- ✓ **Lait stérilisé UHT (Ultra haute Température)**partiellement écrémé.
- ✓ **Lait stérilisé UHT (Ultra haute Température)**, entier.
- ✓ **Lait stérilisé UHT VIVA** demi écrémé, à teneur garantie en vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 et B12).
- ✓ **Laits boissons** conditionnés en emballage, TetraPak 20cl avec paille et 1litre avec bouchon.
- ✓ **Lait stérilisé UHT au chocolat**, dénommé «**Candy Choco**» lancé en juin 2004.
- ✓ **Lait stérilisé UHT, aromatisé à la Fraise**, dénommé « **Candy Fraise** »lancé en janvier 2006.
- ✓ **Lait additionné de jus de fruits (Orange Ananas, Pêche Abricot et Fruits des Bois)** lancé en octobre 2004.

L'organisation interne de l'unité est représentée sur la figure I

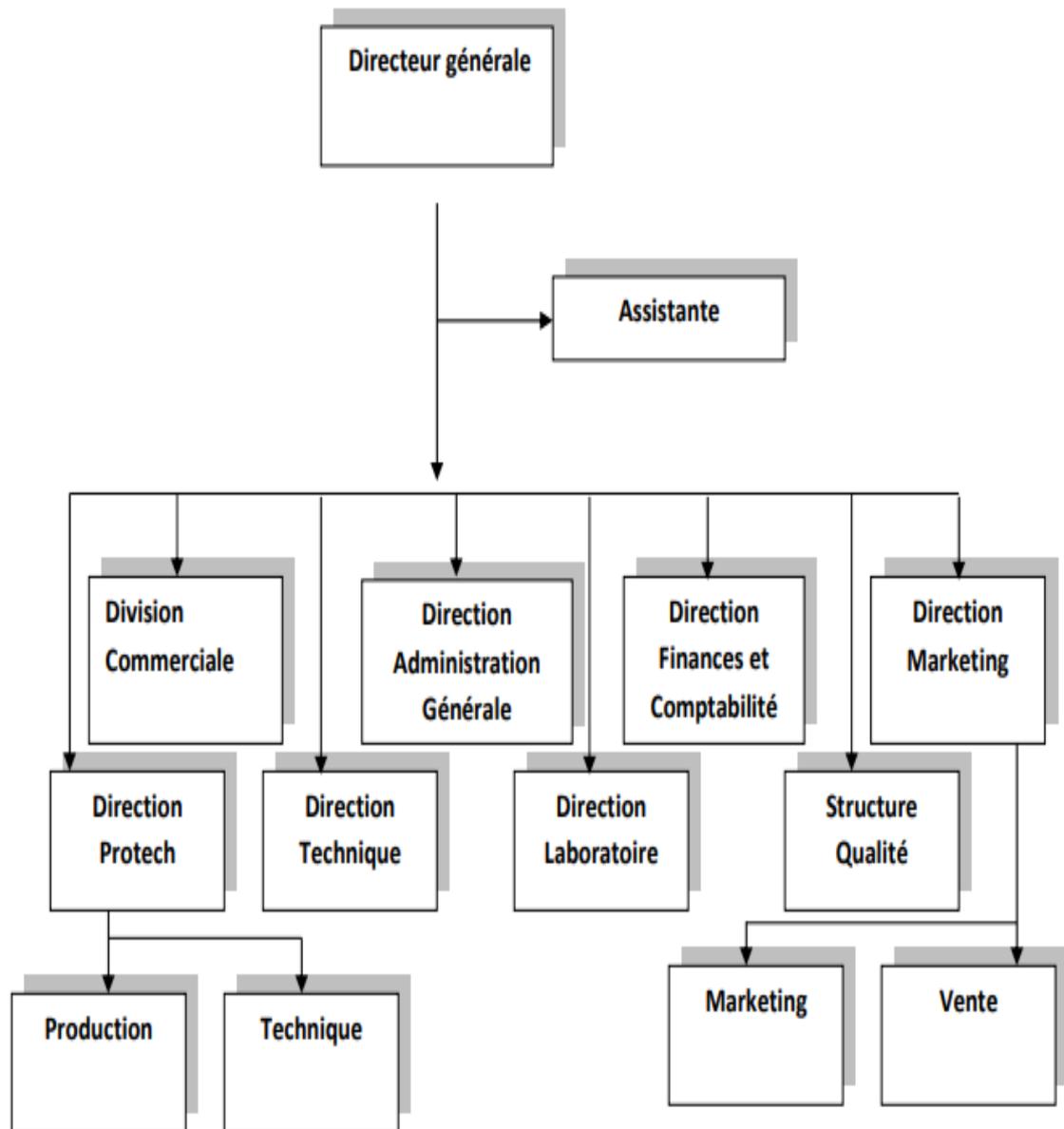


Figure 1 : Organigramme de l'unité Tchén Lait/Candia

Annexe II

Milieux de cultures

La composition des milieux de culture (Guiraud, 1998)

Les quantités indiquées sont utilisées pour la préparation d'un litre du milieu de culture.

1. Gélose PCA (plate Count Agar) : (plate count Agar) pour le dénombrement de la flore totale

Tryptone	6,0 g/l
Extrait de levure	3 g/l
Glucose.....	5, 0 g/l
Agar	18,0 g/l
pH	7,0 ± 0,2 à 25°C

2-Diluant Ringer dilué au ¼ :

Chlorure de sodium (NaCl).....	9g
Chlorure de potassium (KCl)	0,42g
Chlorure de calcium anhydre (CaCl ₂).....	0,48g
Bicarbonate de soduim (NaHCO ₃).....	0,2g
Eau distillée	1000
PH:	7, 0 à 25°C

3-VF (Gélose viande foie)

Extrait viande foie	30g
Glucose	2 g
Amidon	2 g
Gélose	12g
PH	7 ,6- + 0.2

4-BLBVB Bouillon Lactosé Billé au Vert Brillant

Bile de bœuf déshydrat	20g
Lactose	10g
Peptone	10g
Ver. Brillant	13,5g
PH.....	7,2± 0,2 à 25°C

5-BCPL (bouillon lactose au pourpre de Bromocrésol)

Peptone	5g
Extrait de viande	3g
Lactose	10g
Pourpre de bromocrésol	25g
pH.....	6,7 ± 0,2 à 25°C

6-Roth

Polypeptone	20,0 g
Glucose	5,0 g
Chlorure de sodium.....	5,0 g
Phosphate monopotassique.....	2,7 g
Phosphate dipotassique	2,7 g
Azide de sodium	0,7 g
pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C	6,8 ± 0,2

7-Milieu TSC

- Tryptone.....	15,0 g
- Peptone papainique de soja.....	5,0 g
- Extrait autolytique de levure	5,0 g
- Métabisulfite de sodium.....	1,0 g
- Citrate ferrique ammoniacal	1,0 g
- D-cyclosérine	0,4 g
- Agar agar bactériologique.....	15,0 g
-pH du milieu	25°C : 7,6 ± 0,2

Résumé

La réalisation de ce travail a pour but de suivre l'impact du changement de température sur l'évolution de la flore microbienne et sur la qualité physico-chimique du lait UHT produit par tchin lait Candia. Pour cela, des analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles sont réalisées sur les matières premières (eau, poudre du lait), et sur le produit fini .à la fin de chaque production, 9 lots de lait UHT demi écrémé, 9 lots de lait UHT entier et 9 lots de lait UHT demi écrémé Viva sont analysés. Cinq briques (échantillons) de lait UHT de chaque lot sont étuvées:

Deux unités d'échantillonnage sont étuvées à 55°C pendant 7 jours, deux autres unités d'échantillonnage sont étuvées à 37°C pendant 15 jours et une unité témoin mise à la température ambiante pendant 15 jours .Les analyses sont faites après étuvage. Les résultats font preuve de la bonne qualité des matières premières, et de la stabilité physico-chimiques et microbiologique du produit fini étuvé (conservé) à 37°C et à 55°C, puisque la variation du pH des briques étuvées à 55°C n'a pas rendu le produit inconsommable, et les valeurs obtenues restent conformes à la norme algérienne. Les tests sensoriels effectués révèlent un léger brunissement, ainsi un goût et une couleur de caramel qui peut être expliqué par la réaction de Maillard.

Mots Clés : Lait UHT, étuvage, analyses microbiologiques, analyses physicochimiques.

Abstract

The aim of this work is to follow the impact of the temperature change on the evolution of the microbial flora and on the physicochemical quality of the UHT milk produced by tchin lait Candia. For this, physicochemical, microbiological and sensory analyzes are carried out on the raw materials (water, milk powder), and on the finished product. At the end of each production, 9 batches of semi-skimmed UHT milk, 9 batches of Whole UHT milk and 9 batches of Viva semi-skimmed UHT milk are analyzed. Five bricks (samples) of UHT milk from each lot are parboiled: Two sample units are baked at 55 ° C for 7 days, two further sample units are baked at 37 ° C for 15 days and a control unit set at room temperature for 15 days. Analyzes are made after baking. The results show the good quality of the raw materials, and the physico-chemical and microbiological stability of the finished product parboiled (stored) at 37 ° C and 55 ° C, since the variation of the pH of the parboiled bricks at 55 ° C did not make the product inconspicuous, and the values obtained remain in conformity with the Algerian norm. The sensory tests carried out reveal a slight browning, thus a taste and a caramel color that can be explained by Maillard reaction.

Keywords: UHT milk, baked, micobiological analyzes, physicochemical analyzes