

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Spécialité Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



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 demi
écrémé de l'unité Laiterie Soummam**

Présenté par :

BACHA Randa & CHALAL Zehoua

Soutenu le : **27 Juin 2019**

Devant le jury composé de :

Mme HASSISSENE.N

MAA

Présidente

Mme FELLA.S

MAA

Encadreur

Mme BERKATI. S

MAA

Examinatrice

Année universitaire : 2018 / 2019



Remerciements

*Avant toute chose nous remercions Dieu le tout puissant, de nous avoir
donné la force, la patience et la volonté pour achever
ce travail.*

Nous tenant également à présenter nos remerciement à :

*M^{me} Fella S, notre promotrice pour ses encouragements, ses orientations
Précieuses et ses judicieux conseils qui ont contribué à
alimenter notre réflexion.*

Hommages respectueux, aux membres du jury :

M^{me} Hassisen N, d'avoir accepté d'évaluer ce travail et de présider ce jury,

M^{me} Berkati S, d'avoir accepté d'examiner notre travail

Sincères remerciements,

*A toute l'équipe de l'unité « Laiterie Soummam », en particulier Madame
Mehloul.M, Chef de service du laboratoire microbiologique et physicochimique,
Salim jeeфри, brahim hamitouche, yazid medjkoune, brahim jeeфри, 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*



Avec ma profonde gratitude et grand amour, je dédie ce modeste travail :

A MA CHER MERE,

Décédé lors de ma première année, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. Sans elle, je n'aurais certainement pas fait d'études longues. Ce mémoire représente donc l'aboutissement du soutien et des encouragements qu'elle m'a prodigués tout au long de ma scolarité .qu'elle en soit remerciée par cette trop modeste dédicace

A MON CHERE PERE

Que Dieu le garde pour une longue vie pleine de santé.

A mes précieux et adorables frères :

Yacin, Abd Nacer et Mahdi que Dieu les protège.

A toute ma grande famille sans exception, oncles, cousins et cousines...etc.

A mon binôme nadia et toute sa famille.

A tous mes amis sans exception.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de

Ce travail.

Randa



Avec ma profonde gratitude et grand amour, je dédie ce modeste travail :

A MES TRES CHERS PARENTS :

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour, et ma profonde reconnaissance. 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 :

Maamar et Mahdi que Dieu les protège

A mes chères sœurs :

Ouzna, Fariza, Nora, Ouissam

A mon binôme Randa et toute sa famille

A ma copine et mon très chère amie ouarda que j'aime beaucoup, et à toute sa famille

A mes amies, en particulier : Donia, Zoulikha, Firouz, Soraya, Saida, Taklit, Sylia, Hadja, yasmina

*A tous ce qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de
Ce travail.*

Zehoua

Table de matière

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction01

Partie I : Synthèse bibliographique

I. Généralité sur le lait.....02

I.1.Définition du lait02

I.2.Composition générale du lait de vache02

I.3.Caractéristique bactériologique du lait05

II. Lait stérilisé Ultra Haute Température (UHT)06

II.1.Définition du lait UHT06

II.2.Principe de traitement UHT.....06

II. 3.Qualités du lait UHT07

II.3.1.Qualité organoleptique07

II.3.2.Qualité nutritionnelle07

II.4.Composition du lait UHT demi écrémé08

II.5.Procédés de fabrication du lait UHT demi écrémé08

II.6.Avantage du traitement UHT12

Partie II : Matériels et méthodes

I .Technique de prélèvement et échantillonnage13

I.1. Stérilisation du matériel de prélèvement.....13

I.2. Nature et origine de prélèvement13

II. Analyses physico-chimiques15

II.1.Méthode de référence16

II.1.1.Poudre de lait	16
II.1.2.Eau de process	20
II.1.3. Produit semi fini et lait stérilisé UHT demi écrémé.....	22
II.2.Methode rapide	25
II.2.1.Milkoskan FT1	25
III. Les analyses microbiologiques	26
III.1. Méthode de référence	26
III.1.1. Poudre de lait	27
III.1.2. Eau de process	35
III.1.3.Lait stérilisé UHT demi écrémé	37
III.2.Méthode rapide	38
III.2.1. Cytometrie en flux (D-Count)	38
Partie III: Résultat et discussion	
I. Résultats des analyses physico-chimiques	40
I.1.Poudre de lait	40
I.2.Eau de process	41
I.3. Produit semi fini et lait stérilisé UHT demi écrémé.....	42
II. Résultats des analyses microbiologiques	44
II.1. Poudre de lait	44
II.2. Eau de process	45
II.3. Lait stérilisé UHT demi écrémé	45
Conclusion	47

Reference bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

BLBVB : Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant

BPLS : Agar Lactose et Saccharose au Vert Brillant et au Rouge de Phénol

CMF : Cytométrie en Flux

D : Densité

°D : Degré Dornic

DLC : Date Limite de Consommation

EDTA : Ethylène Diamine Titra Acétique

EST : Extrait Sec Total

°F : Degré Français

FAO : Food and Agriculture Organisation

ISO : International Organization for Standardization

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

MG : Matière Grasse

MP : Matière Protéique

N : Normalité

NF : Norme Française

NIE : Norme interne de l'entreprise

NPP : Nombre le Plus Probable

PCA : Plate Count Agar

pH : Potentiel d'hydrogène

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TH : Titre Hydrotimétrique

TT : Tank Tampon

TTC :Triphenyl Tetrazolium chloride

TSE : Trypton Sel Eau

UFC : Unité Formant Colonies

UHT : Ultra Haute Température

VF : Viande Foie

Liste des figures

Figure 01 : Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé de l'unité laiterie Soummam.....	11
Figure 02 : Préparation de la solution mère et des dilutions.....	27
Figure 03 : schéma d'analyse microbiologique pour les germes Totaux.....	29
Figure 04 : Schéma d'analyse microbiologique des coliformes pour la poudre de lait.....	30
Figure 05 : schéma d'analyse microbiologie des clostridium sulfite reducteur.....	32
Figure 06 : protocole de recherche des salmonelles dans la poudre de lait.....	34
Figure 07 : Dénombrement des germes aérobie à 37°C et à 22°C.....	36
Figure 08 : protocole d'analyse microbiologique des germes Totaux.....	38
Figure 09 : Organigramme de l'entreprise « Laiterie Soummam ».....	Annexe I

Liste des tableaux

Tableau I : Composition générale du lait de vache.....	3
Tableau II : Constituants principaux du lait UHT demi écrémé.....	8
Tableau III : Analyses physico-chimiques effectuées pour les matières premières et le produit fini.....	15
Tableau IV: Germe recherchés pour la poudre de lait, l'eau de process et produit fini.....	26
Tableau V: Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0%.....	40
Tableau VI : résultats des analyses physico-chimiques de poudre de lait 26%.....	40
Tableau VII : Résultats d'analyses physico-chimiques de l'eau de process.....	41
Tableau VIII : Résultats des analyses physico-chimiques de lait UHT.....	42
Tableau IX : Tableau des résultats d'analyse des tests de stabilité du lait UHT dans les chambres de stabilités.....	43
Tableau X : Résultats des analyses des tests de stabilités.....	43
Tableau XI : Résultats des analyses microbiologique des poudres de lait.....	44
Tableau XII : Analyses bactériologiques de l'eau de process.....	45
Tableau XIII : Résultats des analyses bactériologiques des germes totaux du produit fini par la méthode de référence.....	45
Tableau XIV : Résultats des analyses bactériologiques des germes totaux du produit fini par la méthode de cytométrie en flux « D-Count ».....	46
Tableau XV : Résultats des analyses microbiologiques des germes totaux après une incubation dans la chambre de stabilité à 55°C/5jours.....	46
Liste des tableaux en Annexe	
Tableau XVI: Table du nombre le plus probable (NPP) de Mac Grady pour une série de trois tubes.....	Annexe II
Tableau XVII : Différents réactifs utilisés et leurs fonctions durant l'analyse....	Annexe III

Introduction

Introduction

En Algérie, le lait est un produit de grande consommation et pour une part importante (**Malek, 2019**), Ainsi on estime que le lait est le premier aliment du jeune qui vient de naître et l'aliment le mieux adapté à ses besoins physiologiques ; les caractéristiques de cette sécrétion varient au cours des premiers jours suivant la naissance et diffèrent selon les espèces. Le lait est l'aliment de choix du nourrisson non seulement par ce qu'il apporte l'énergie et les éléments indispensables à sa croissance mais aussi par ce qu'il contient des prébiotiques et des éléments aux propriétés immunostimulantes qui aident le jeune à s'adapter à son nouvel environnement (**Jeantet et al., 2008**).

Au sein de l'entreprise, la qualité des laits de consommation dépend donc de trois facteurs : qualité de la matière première ; pratique d'hygiène ; niveau de traitement thermique. C'est la maîtrise de ces trois éléments qui déterminera la qualité finale du lait de consommation produit (**Noblet, 2012**).

On raison de large consommation de lait, les producteurs doivent garantir la sécurité sanitaire du consommateur tout en lui offrant un produit sain et de qualité qui répond aux exigences du consommateur. Mais comment faire pour garantir un lait sain et de bonne qualité ? Pour répondre à cette question, on doit suivre le processus de fabrication de la matière première jusqu'au produit fini tout en effectuant des analyses physico-chimiques et microbiologiques.

Pour cela on a opté à mener notre travail au sein de l'organisme « Laiterie Soummam » qui consiste à suivre la qualité physico-chimique et microbiologique du lait stérilisé UHT demi écrémé.

Partie I

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le lait

Le lait est un produit hautement nutritif sur le plan de la nutrition. Sa production doit être sévèrement contrôlée en raison des risques éventuels qu'il peut présenter pour la santé humaine. (Labioui *et al.*, 2009). Pour une plus longue durée de conservation du lait, il faudrait réduire au maximum sa contamination microbienne dès le départ, en particulier les psychrotrophes, par une bonne pratique d'hygiène de la traite, et abaisser la température de conservation au-dessous de 4°C (Yabrir *et al.*, 2018). Le lait cru se conserve environ 3 jours à 5 jours. (Stolz et Rebholz, 2019).

I.1. Définition du lait

Le lait est un aliment de couleur blanchâtre produit par les cellules sécrétrices des glandes mammaires des mammifères femelles. Le lait sécrété dans les premiers jours après la parturition s'appelle le colostrum (Vilain, 2010).

I.2. Composition générale du lait de vache

Le lait contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes. Le lait peut jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants dans les populations ne bénéficiant que d'un très faible apport en lipides et ayant un accès limité aux autres aliments d'origine animale (FAO, 2017).

La composition générale du lait de vache est représentée dans le tableau I :

Tableau I : Composition générale du lait de vache (Vignola, 2002).

Constituants majeurs	Variation limites (%)	Valeur moyenne (%)
Eau	85,5-89,5	87,5
Matière grasse	2,4-5,5	3,7
Protéines	2,9-5,0	3,2
Glucides	3,6-5,5	4,6
Minéraux	0,7-0,9	0,8
Constituants mineurs : enzymes, vitamines, cellules diverses (cellules somatiques), gaz		

Le lait joue un rôle nutritionnel important dans l'alimentation, partout dans le monde et pas seulement dans les pays en développement. Il constitue une source importante de protéines, de calcium, de phosphore, de magnésium et de vitamines liposolubles et peut contribuer pour une bonne part à l'assimilation de certaines autres vitamines et sels minéraux, y compris l'iode (Caracalla, 2002).

➤ **Eau**

L'eau en terme de quantité est l'élément principal. Les autres éléments constituent la matière sèche du lait (Perreau, 2014).

➤ **Matière grasse**

La matière grasse est composée essentiellement de triglycérides, formés d'acides gras dont les principaux sont l'acide palmitique, l'acide stéarique et l'acide oléique. Les proportions relatives de ces divers acides gras sont variables, selon principalement le régime alimentaire de l'animale (Egk, 1975).

➤ **Protéines**

Le lait est un milieu complexe riche en protéines et en glucide (Druart *et al.*, 2009). Les protéines laitières représentent près de la moitié de la totalité des protéines animales. On notera la présence de 8 à 10 acides aminés dont principalement la lysine, la thréonine, l'histidine, particulièrement indispensable chez le nourrisson qui triple son poids en un an. (Mahaut *et al.*, 2000). Les protéines correspondent à l'ensemble des matières azotées qui ne précipitent pas lorsque le pH du lait est ajusté à pH 4,6 (Veisseyre, 1979).

➤ **Glucides (lactose)**

Le lactose est le constituant majeur de la matière sèche du lait, où il présente plus de la moitié de l'extrait sec total (EST). Le lactose a un pouvoir sucrant 6 fois moins élevé que celui du saccharose. Il joue un rôle dans l'élaboration du système nerveux (**Mahaut *et al.*, 2000**). Le lactose est un glucide réducteur appartenant au groupe des diholosides, il est formé par l'union d'une molécule de α ou de β -glucose et d'une molécule de β -galactose (**Veisseyre, 1979**). L'assimilation du lactose nécessite au préalable son hydrolyse par la β -galactosidase. L'hydrolyse du lactose est relativement lente comparée aux autres glucides, ce qui fait du lactose un glucide assurant aux consommateurs une énergie régulière et prolongée (**kamal, 2016**).

➤ **Minéraux**

La fraction minérale bien que mineure dans la composition du lait est considérée très importante tant d'un point de vue nutritionnel que technologique. Le lait et ses dérivés constituent, dans la ration alimentaire, le principal apport de calcium et phosphore. La composition minérale des laits varie selon les espèces (**Brule, 1987**).

➤ **Vitamines**

Une vitamine est une substance organique nécessaire au métabolisme de l'organisme. L'organisme n'étant pas capable de les synthétiser, ou en quantité insuffisante, elles doivent être apportées régulièrement et en quantité suffisante par l'alimentation (**Boudalia, 2016**).

Le lait figure parmi les aliments qui contiennent la plus grande variété de vitamines (Il s'agit en particulier de certaines vitamines dont la vitamine E, la vitamine C, l'acide folique et la vitamine B12 (**Desjeux, 1993**)). Toutefois, les teneurs sont souvent assez faibles. (On a l'habitude de classer les vitamines en deux groupes suivant leur solubilité dans l'eau ou dans les matières grasses. Ainsi les vitamines A, D, E, K, sont liposolubles, alors que les vitamines B et C, sont hydrosolubles) (**Veisseyre, 1979**).

➤ **Enzymes**

Quant aux enzymes, il convient de distinguer celles dites originales, c'est-à-dire celles qui se trouvent dans le lait dès la traite, de celles qui y sont apportées par les bactéries qui s'y sont développées (**Egk, 1975**).

I.3. Caractéristique bactériologique du lait

Le lait, constitue un excellent milieu de culture pour les bactéries constituerait une banalité, si cette assertion n'était pas fausse. Il faut dire que le lait peut être un excellent milieu de culture pour certaines espèces bactérienne, telles celles qui appartiennent au groupe dénommé du reste ferments lactiques (**Egk, 1975**).

Le lait est un bon milieu de croissance pour plusieurs microorganismes pouvant l'infecter pendant la traite, le stockage ou le transport vers le marché. Ses qualité nutritionnelles et microbiologiques sont influencées par les conditions d'élevage (l'alimentation, l'hygiène de la traite) et la manutention des laits (**Balezi et Mushagalusa, 2018**). De plus le lait est un produit fragile, susceptible d'être altéré par de nombreuses réactions chimiques, biochimiques et microbiologique, s'il n'est pas bien conservé (**Didnang, et al., 2017**).

D'après les études de **Vignola (2002)**, les microorganismes du lait sont repartis, selon leurs importances en deux grandes classes :

I.3.1. Flore originelle

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis. Les genres dominant de la flore originelle sont principalement des microorganismes mésophiles. Les principales flores sont *Micrococcus sp*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Lactococcus*.

I.3.2. Flore de contamination

La flore contaminante est l'ensemble des microorganismes qui contamine le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation du produit, et d'une flore pathogène capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomme ces produits laitiers.

La flore de contamination a différentes origines : Sol, litière, eau et fourrage (**Roux, 1994**).

II. Lait stérilisé Ultra Haute Température (UHT)

Ce type de traitement à haute température et de plus courte durée permet de ne pas altérer les qualités organoleptiques du lait (**Noblet, 2012**). Ce traitement est un procédé de plus en plus répandu dans l'industrie agro-alimentaire, spécialement pour la stérilisation du lait (**Esnaut et Mansour, 1990**). En introduisant l'échauffement à ultra haute température, on a tenté d'obtenir un produit conservable, présentant de meilleures caractéristiques de qualité (**Mottar, 1981**).

II.1.Définition du lait UHT

C'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 est réalisé entre 135°C à 150°C pendant 2 à 5 secondes environ (**Luquet, 1990**).

II.2.Principe de traitement UHT

Le lait ne peut être conservé pour une longue durée car, sa composition favorise la prolifération de microorganismes, on le soumet à un traitement thermique qui détruit partiellement ou entièrement sa flore microbienne. Le degré de cette destruction dépend directement de la température appliquée et de la durée du traitement thermique. Le taux de destruction des microorganismes est proportionnel à la température, alors que la vitesse des réactions chimiques est surtout liée à la durée du traitement (**Vignola, 2002**).

II. 3. Qualités du lait UHT

II.3.1. Qualité organoleptique

Une bonne qualité organoleptique est primordiale dans l'acceptabilité du produit par le consommateur. La couleur ne trompe pas : une modification de coloration est le témoin d'une température de stérilisation trop élevée, d'une surchauffe accidentelle. L'odeur et la saveur peuvent révéler des incidents de fonctionnement de stérilisateur ou de la conditionneuse ou du matériau d'emballage : goût de cuit (en relation avec la couleur), saveur brûlée, saveurs anormales (qualité de la vapeur, produits de nettoyage, de désinfection). Le contrôle organoleptique est donc très important, il peut orienter l'analyse dans la recherche d'un défaut ou d'un incident de fabrication, il peut aussi orienter un choix dans des modifications ou des renouvellements d'équipement (**Odet et al., 1985**).

II.3.2. Qualité nutritionnel

Le lait UHT est une source unique de composants nutritifs essentiels. Sa valeur nutritive résulte de sa teneur en composants chimiques, de la composition et de la structure de ceux-ci. Une modification de ces composants résultant d'un processus thermique peut modifier la valeur du lait sous le rapport de la physiologie de la nutrition. La fraction lipidique n'est que peu ou pas influencée par un traitement thermique. La composition en minéraux ne subit que peu de modification notable sous l'influence d'un processus thermique. En outre les protéines du lait ont, de par leur nature, une grande valeur biologique, qu'elles doivent à leur teneur en acide aminé essentiel. Certains de ceux-ci peuvent être impliqués dans un processus induit par la chaleur. La lysine peut se lier à des sucres réducteurs par la réaction de Maillard et la cystine peut être impliquée dans certaines interactions de protéines. Ceci fait diminuer la disponibilité d'acides aminés et, par conséquent, la valeur nutritive. Les effets de réchauffement sur la valeur nutritionnelle du lait UHT peuvent aussi être jugés d'après les pertes en vitamines. Les vitamines liposolubles A, D et E sont relativement thermostables, la vitamine B₂ l'est également. D'autres vitamines hydrosolubles telles que B₁, B₆, B₁₂, l'acide folique et la vitamine C sont thermosensibles (**Mottar et Naudts 1979**).

II.4.Composition du lait UHT demi écrémé

Les constituants principaux du lait UHT demi écrémé sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II : Constituants principaux du lait UHT demi écrémé (Noblet, 2012).

Constituants principaux	Lait stérilisé UHT demi écrémé
Protéines (g /100g)	3,2
Glucides (g /100g)	4,6
Lipides (g /100g)	1,6
Calcium (mg/100g)	114
Phosphore (mg/100g)	85
Potassium (mg/100g)	166
Vitamine B1 (mg/100g)	0,05
Vitamine B2 (mg/100g)	0,18

II.5.Procedés de fabrication du lait UHT demi écrémé

a/Reconstitution du lait :

L'opération de la reconstitution du lait consiste à mélanger les poudres de lait 0% et 26% de matière grasse, avec de l'eau traitée portée à une température de 45°C. Cette eau est soutirée par une pompe vers le mixeur où la poudre est déversée en un circuit fermé, cette opération se poursuit jusqu'à dissolution complète de la poudre de lait (**Document de l'entreprise**).

b/Filtration :

La filtration est réalisée dans le but de débarrasser le lait des impuretés physique éventuelle apportées par la poudre de lait, le lait est filtré à travers un filtre pressé (**Veisseyre, 1979**).

c/Préchauffage :

Le lait reconstitué est pompé vers l'échangeur à plaque, dans la section de préchauffage où il est chauffé à une température de 68°C (**Document de l'entreprise**).

d/Dégazage :

Après préchauffage, le lait sera dégazé. Le dégazeur est composé d'un tamis fin et d'une pompe à vide permettant de supprimer les mauvaises odeurs dues aux différents constituants contenus dans le lait, et d'éliminer la mousse existante. Le lait préchauffé à 68°C introduit tangentiellement dans la cuve sous vide correspondant à un point d'évaporation de l'eau sous la température d'entrée du produit. 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 cette chambre. Alors que les vapeurs se condensent dans le condenseur en spirale et retombent dans le produit liquide. Après traitement le lait est acheminé par la sortie du fond de la chambre vers l'homogénéisateur (**Document de l'entreprise**).

e/Homogénéisation :

Après dégazage, le lait passe dans l'homogénéisateur, où il va subir un traitement physique par pression à 60 bars.

L'utilisation de l'homogénéisation à haute pression est une alternative possible au traitement thermique, elle est utilisée en industrie laitière pour la réduction du diamètre des globules gras, empêchant ainsi la séparation de la crème (**Mulder et Walstra, 1974**).

f/Pasteurisation :

Le lait demi écrémé est conduit vers l'échangeur à plaques pour être chauffé à 90°C, dans le chambreur où il séjournera 30 secondes à cette température (**Document de l'entreprise**).

g/Refroidissement :

Une fois pasteurisé, le lait passe par la dernière section pour subir un refroidissement à 5°C à l'aide d'un circuit d'eau glacée et stocké dans un tank tampon (TT) (**Document de l'entreprise**).

Stérilisation UHT

h/Préchauffage :

Le lait pasteurisé est pompé vers le bac de lancement de l'installation UHT, puis vers la section de chauffage à température de 75°C, pour améliorer la qualité organoleptique et la stabilité du lait UHT (**Document de l'entreprise**).

i/Homogénéisation :

Les gouttelettes de graisse du lait sont divisées sous pression, ce qui empêche la crème de remonter, on utilise une pression maximale de 200 bars pour le lait UHT (**Stolz et Rebholz 2019**). La deuxième homogénéisation permet d'améliorer la consistance et la stabilité du lait au cours de la longue conservation (**Document de l'entreprise**).

j/Stérilisation proprement dite :

Dans l'échangeur à plaque, le lait homogénéisé est chauffé à 140°C pendant 2 à 3 secondes dans un circuit fermé, empêchant toute contamination de lait stérilisé UHT par les microorganismes (**Document de l'entreprise**).

k/Refroidissement :

À la sortie de chambreur, le lait est refroidi à 25°C, puis passe directement à la section du conditionnement aseptique (**Document de l'entreprise**).

l/Conditionnement aseptique :

Ce lait stérilisé doit donc obligatoirement être introduit aseptiquement dans des récipients stériles et c'est précisément ce qui se fait tous les jours dans les usines appliquant les principes du traitement UHT. Si le lait chauffé à ultra-haute température n'était pas conditionné aseptiquement il serait contaminé plus au moins gravement et son observabilité, voir sa qualité hygiénique seraient compromises (**Pien, 1971**).

À l'aide d'un emballage adéquat, on tente donc d'en prévenir toute dégradation de nature chimique, biochimique, physico-chimique, microbiologique ou mécanique (**Bosset et al., 1992**).

Le processus de fabrication du lait UHT demi écrémé est représenté dans la figure 01.

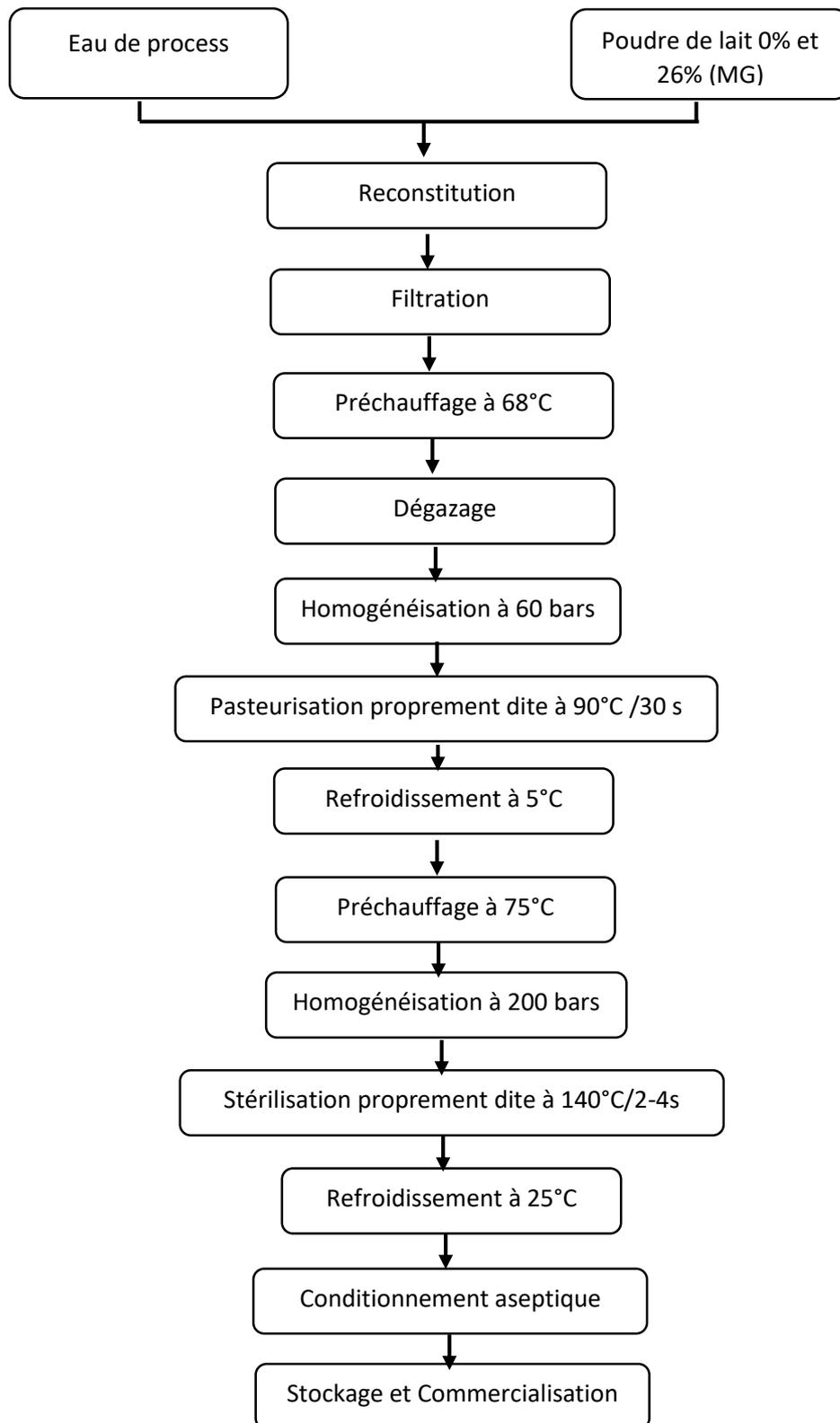


Figure 01 : Diagramme de fabrication du lait UHT demi écrémé de l'unité laiterie Soummam

II.6. Avantage du traitement UHT

Le traitement UHT permet aujourd'hui de conserver trois mois le lait à température ambiante, ce sont les laiteries et distributeurs qui sont les principaux bénéficiaires du procédé car ils ne sont plus contraints d'assurer un transport frigorifique et un stockage au froid. Son succès rapide résulte surtout du développement de la grande distribution, qui trouve un avantage évident dans ce produit aussi exigeant en matière de stockage. Aujourd'hui la grande majorité du lait de consommation vendu est du type UHT. C'est le lait industriel par excellence, dans la mesure où il possède tous les attributs d'une matière industrielle : caractère standard, stabilité, robustesse, caractéristiques définies et production de masse à bas prix (**Boisard, 1994**).

D'une manière générale, les hautes températures appliquées pendant un temps très court ont un effet plus puissant sur la destruction des microorganismes et des enzymes que sur les modifications des constituants du lait, ce qui justifie l'intérêt des traitements UHT. De plus en assurant une montée en température et un refroidissement rapide, les procédés UHT évitent les effets cumulatifs des traitements thermiques et réduisent ainsi les modifications physico-chimiques du lait (**Noblet, 2012**).

Partie II

Matériel et méthodes

I .Technique de prélèvement et échantillonnage

I.1. Stérilisation du matériel de prélèvement

Avant d'effectuer une analyse, il convient de procéder à une série d'opérations très importantes dont laquelle tous les matériaux utilisés pour le prélèvement d'échantillons du lait doivent être propres et stériles afin d'éviter toutes modifications de composition et toute contamination des échantillons. Pour cela le matériel doit être lavé avec un détergent et rincé à l'eau adoucie, puis séché, ensuite stérilisé dans un autoclave à air humide à 121°C /30 mn.

I.2. Nature et origine de prélèvement

Eau de process

Des prélèvements sont effectués de façon manuelle avant toute analyse physicochimique, et microbiologique de l'eau. A chaque échantillonnage on doit prélever trois flacons de 250 ml stériles par échantillon : Un flacon est utilisé pour les analyses physico-chimiques prélevé au niveau de la station de traitement des eaux de l'unité « laiterie Soummam », Deux flacons sont utilisés pour les analyses microbiologiques. Les étapes de prélèvements sont comme suit : Identifier l'échantillon (mentionner sur le flacon le lieu et l'heure de prélèvement), débarrasser les vannes de toute incrustation calcaire et enlever les tuyaux de caoutchouc adapté au robinet, laver les mains, les rincer à l'alcool et sécher. Flamber la vanne pendant un à deux minutes, avant le prélèvement laisser l'eau s'écouler pour refroidir la vanne, décapuchonner le flacon aseptiquement (devant le flambeau), puis flamber rapidement le col du flacon. Après faire le prélèvement près de la flamme et flamber à nouveau et rapidement le col du flacon et reboucher et enfin inscrire sur le registre des lectures bactériologiques, (le lieu et l'heure de prélèvement pour chaque prélèvement effectués), puis analyser l'eau.

Poudre de lait

Avant de procéder à un échantillonnage, l'enregistrement de la poudre est réalisé en indiquant : la date de réception, le numéro de lot, la date de fabrication, la date de péremption, la date d'analyse, le pays d'origine, le pays d'exportation, le pays d'importation et le type de la poudre (0% ou 26%). L'échantillonnage de la poudre de lait est constitué d'un seul sac de chaque lot pris au hasard à chaque nouvelle réception et qui doit être de même origine. Les prélèvements s'effectuent de manière aseptique à l'aide d'un ciseau et

d'une spatule stérile à la présence d'un flambeau pour réaliser un bon prélèvement qui servira à toutes les analyses.

Lait UHT demi-écrémé

Les échantillons prélevés pour les analyses physico-chimiques sont effectués en trois stades nécessaires durant la production:

-1^{er} stade : prélever un seul pack au début de conditionnement « sortie machine ».

-2^{eme} stade : chaque 15^{eme} palette prélever trois packs: Un pack pour les analyses physicochimiques, un pour la conservation et le contrôle de la DLC et un pack pour la dégustation (Evaluation organoleptique).

-3^{eme} stade : effectuer un prélèvement d'un seul pack à la fin de production.

Des échantillons de cinq packs pour chaque palette sont prélevés spécifiquement pour des analyses microbiologiques de façon régulière au début de conditionnement, 25% ,50% ,75% et à la fin de conditionnement.

Pour les tests de stabilité, prélever trois fardeaux pour chaque dix palette au cours du conditionnement, Chaque fardeau est réservé pour une incubation dans une chambre de stabilité. Il existe trois chambres de stabilité : 30°C pendant trois jours, 30°C pendant sept jours et 55°C pendant cinq jours.

II. Analyses physico-chimiques

Le tableau III englobe toutes les analyses physicochimiques effectuées pour la matière première et le produit fini :

Tableau III : Analyses physico-chimique effectués pour les matières premières et le produit fini.

Echantillon		Paramètres
Matière première	Poudre de lait	-pH -acidité -taux d'humidité -taux de matière grasse -taux de protéine
	Eau de process	-pH -chlorure (Cl ⁻) -TH -TA -TAC
Produit semi fini et Lait stérilisé UHT demi-écrémé		-pH -Acidité titrable -Densité -MG -MP -EST -Test d'alcool -Test de ramsdell -Test d'ébullition

II.1.Methode de référence

II.1.1.Poudre de lait

II.1.1.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Principe

Il consiste à mesurer la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans le produit (**Anonyme I, 2007**).

Mode opératoire

Avant de faire la mesure du pH, procéder à l'étalonnage de l'instrument avec deux solutions tampon à pH=4,1 et pH=7, puis immerger la chaîne de mesure du pH dans le milieu de mesure. Appuyer sur la touche M jusqu'à ce que le pH apparaisse dans le champ d'indication de l'état et la valeur du pH s'affiche à l'écran.

Pour la suspension mère de la poudre de lait on prépare une solution à 10% dans l'eau déminéralisée : on mélange 10g de la poudre de lait avec 90ml d'eau de process, puis on mesure le pH par un pH mètre

II.1.1.2.Detérmination du taux d'humidité

Principe

La teneur en eau ou l'humidité d'une poudre de lait est définie par la perte de masse de ce produit soumis à la dessiccation (à $103 \pm 2^\circ\text{C}$), elle est exprimée en pourcentage en masse, elle a une influence considérable sur l'aptitude à la conservation de la poudre de lait (**Mahaut., et al, 2000**).

Mode opératoire

Pour déterminer le taux d'humidité de la poudre de lait il faut tout d'abord sécher la coupelle dans une étuve ventilée pendant une heure à 103°C , la laisser refroidir à température ambiante. Placer par la suite la coupelle sur la balance qui se trouve à l'intérieur de la chambre chaude du dessiccateur et déposer environ 4g de la poudre et l'étaler bien à l'aide d'une spatule et fermer le couvercle de l'appareil. Ainsi le taux d'humidité est directement affiché en pourcentage sur l'écran du dessiccateur.

II.1.1.3. Détermination de la matière grasse

Principe

Il est basé sur une dissolution des protéines par l'addition d'acide sulfurique et séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso amylique (Schuck., *et al*, 2012).

Mode opératoire

Mettre successivement dans un butyromètre 2.5g de la poudre de lait, 11ml d'eau distillée préalablement homogénéisée, 10ml d'acide sulfurique H₂SO₄ à 1,82N, et à la fin ajouter 1ml d'alcool iso-amylque. Ensuite fermer le butyromètre avec un bouchon propre et sec, puis envelopper le butyromètre dans un chiffon et retourner 3 à 4 fois, agiter énergiquement pour dissoudre complètement la caséine, une fois que toutes les étapes de mesure sont terminées, procéder à la centrifugation pendant 10 min, et faire une lecture immédiate dans 10 secondes.

II.1.1.4. Dosage de l'acidité titrable

Principe

La détermination de l'acidité titrable consiste en un titrage d'une quantité de lait avec une solution d'hydroxyde de sodium (0,1N) jusqu'au pH de 8,4 (Anonyme I, 2007).

Mode opératoire

Le dosage de l'acidité titrable de la poudre du lait s'effectue comme suit : peser 500/a g de l'échantillon dans un bécher en plastique « a » étant égale à :

$$100 - (MG + TH)$$

MG : Matière grasse

TH : Taux d'humidité

Préparer le lait reconstitué en ajoutant 50ml d'eau, à environ 20°C, à la prise d'essai, et en agitant vigoureusement, laisser reposer 20mn, après titrer le contenu du bécher par addition à l'aide de la burette de la solution d'hydroxyde de sodium (1/10N) jusqu'à ce que pH mesuré au pH mètre se maintient à 8,4 durant environ 5 seconde ; au cours du titrage la solution doit être agitée. L'acidité titrable est égale à : $2 \times V$

Où ; V est le volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium utilisé pour le titrage.

II .1.1.5.Détermination de la teneur en azote par la méthode

KJELDAL

Principe

L'échantillon est minéralisé par un mélange d'acide sulfurique et d'un catalyseur, le minéralisât est distillé à la vapeur après un ajout en excès de soude, afin de libérer l'ammoniac. Le dosage de l'azote est réalisé par réaction acide fort- base faible (**Anonyme I, 2007**).

Mode opératoire

Procéder à une homogénéisation avant la pesée pour la poudre de lait et les produit laitiers. Cette détermination est réalisée en trois étapes :

Minéralisation

Sous la hotte chimique, ajouter dans le tube de minéralisation dans l'ordre ce qui suit : La prise d'essai (0,5 g pour la poudre de lait et 1g pour le lait UHT) avec 02 comprimés kjeltabs plus 15 ml d'acide sulfurique, mélanger le contenu de tube, puis laisser au repos pendant 10 mn, positionner le collecteur de fumées sur les tubes et activer le scrubber, transférer les tubes sur le minéralisateur préchauffé à 420°C, minéraliser pendant 01h05, à la fin de cette étape ; le minéralisât doit être limpide et exempt de matière non digérée, ensuite retirer les tubes et laisser le portoir en position de refroidissement pendant 15 à 20 mn, la collecte des fumées doit être maintenue lors de cette étape. Le blanc doit être fait dans les mêmes conditions que l'échantillon à analyser, avec : 0,85g de saccharose, 02 kjeltabs, 5ml d'eau distillée, 15 ml d'acide sulfurique.

Distillation

Pour procéder à la distillation il faut transférer le portoir avec les tubes à proximité du distillateur, en second lieu diluer le contenu des tubes refroidis avec 80 ml d'eau distillée en rinçant parfaitement les parois des tubes (rotation du tube), placer ultérieurement sous les tubes d'écoulement du distillat ; un Erlen-Mayer de 250ml contenant 50ml d'acide borique coloré, par la suite alcaliniser le contenu de tube en introduisant en automatique 70ml de soude à40%, la quantité de soude est dite suffisante lorsque le contenu de tube

commence à bleuir, en dernier lieu distiller de façon à récupérer environ 150ml de distillat (arrêter la distillation après avoir obtenue ce volume ; l'indicateur coloré vire du rouge au vert).

Titration

Titrer le contenu de l'Erlen-Meayer avec l'acide chlorhydrique à 0,1N, jusqu'à obtention d'une couleur rose, noter le volume d'acide utilisé à 0,05 ml près.

➤ **Expression des résultats**

Le taux d'azote est obtenu comme suit :

$$\%N=(T-B).N.14.007.100/W.$$

Avec :

T : Volume titrant (ml) pour l'échantillon

B : Volume titrant (ml) pour le blanc

N : Normalité de l'acide titrant

W : Masse de l'échantillon en mg

Le taux de protéine et ainsi égale à : $\%P=\%N.F$ ($F=6,38$ pour les produit laitiers).

II.1.2.Eau de process

II.1.2.1.Détermination de potentiel d'hydrogène (pH)

Il consiste à mesurer la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence toutes deux étant introduites dans le produit (**Anonyme II, 2007**).

Mode opératoire

Un étalonnage du pH mètre est effectué avec les deux solutions trompons à pH =4,01 et pH=7. L'électrode du pH mètre est rincé avec l'eau de process, puis plongé dans l'échantillon à analyser, et enfin la lecture du pH est affiché directement sur l'écran du pH mètre.

Expression des résultats

Lecture directe sur le pH mètre.

II.1.2.2.Détermination du titre Hydrotimétrique TH (dureté)

Principe

Le dosage est réalisé en présence d'un indicateur de couleur qui est le noir Erichrome T (NET) et de tampon pH =10 par titrage du calcium et du magnésium avec une solution d'EDTA (Ethylène Diamine Titra Acétique). Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} libre en solution. Au point d'équivalence les ions combinés avec l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de la couleur du rouge violée au bleu (**Anonyme II, 2007**).

Mode opératoire

25 ml de l'échantillon à analyser est introduit dans un Erlen-Mayer, avec 2ml de la solution tampon pH =10, puis 2 à 3 goutte de NET sont ajoutées au mélange, l'apparition d'une couleur rouge violée correspond à un TH supérieur à 00° F, par la suite cette solution qui devient rouge violée est titrée avec l'EDTA à 0,0025N jusqu'au virage de la couleur du milieu vers le bleu.

Expression des résultats

Les résultats sont en degré français (°F) et le TH en °F= Chute de la burette.

II.1.2.3.Détermination de titre alcalimétrique(TA)

Principe

Il nous renseigne sur la teneur des hydroxydes alcalins et les carbonate (OH^- , CO_3^{2-}) présentes dans l'eau (Anonyme II, 2007).

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}]$$

Mode opératoire

Prélever 100ml d'eau à analyser dans un bécher de 100 ml, puis introduire l'échantillon prélevé dans un Erlen Meayer et ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique phénolphaléine.

-1^{er} cas : Pas de coloration alors pas de titrage ce qui implique $\text{TA} = 0^\circ\text{F}$

-2^{eme} cas : Coloration rose n'implique que TA différent de 0°F donc : titrer l'échantillon avec l'acide H_2SO_4 (0,02N) jusqu'à décoloration

Expression des résultats

$$\text{TA} = \text{Chute de burette} \cdot 10 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

II.1.2.4.Détermination de titre alcalimétrique complet(TAC)

Principe

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minérale dilué en présence d'un indicateur, il nous renseigne sur la concentration des hydroxydes alcalins, des carbonates et du bicarbonate. $\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3]$ (Anonyme II, 2007).

Mode opératoire

Titre le TA et TAC avec le même échantillon. Après la détermination du TA, noter le volume versé V_1 (Chute de burette 1), puis ajouter pour le même échantillon d'eau quelque goutte de méthyl orange et titrer avec H_2SO_4 jusqu'au virage orange rouge, puis noter la chute de burette 2 (V_2).

Expression des résultats

$$\text{TAC } (^{\circ}\text{F}) = (V_1+V_2). 10$$

II.1.2.5.Détermination des chlorures (méthode de MOHR)

Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium .La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent(**Anonyme II, 2007**).

Mode opératoire

Verser 100ml d'eau à analyser dans un Erlen-Meayer, ensuite ajouter 2ml de l'indicateur coloré de K_2CrO_4 (Chromate de Potassium) qui a une coloration jaune, après titrer avec la solution de nitrate d'argent(AgNO_3) à 0,002N, jusqu'à l'apparition de la coloration rouge brique.

Expression des résultats

$$[\text{Cl}^-] = ((V-0,4).0.002.35, 453.1000) /100(\text{mg/l})$$

Les résultats sont exprimés en mg/l. V=La chute de burette

II.1.3.Produit semi fini et lait stérilisé UHT demi écrémé

Les analyses physico-chimiques représentés ci-dessous sont les mêmes analyses effectués sur le produit semi fini et le produit fini (lait stérilisé UHT).

II.1.3.1.Mesure de pH

Il consiste à mesurer la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans le produit (**Anonyme I, 2007**).

Mesurer le pH du lait par un pH mètre on introduisant l'électrode du pH mètre directement dans le lait.

II.1.3.2.Détermination de l'acidité titrable

Principe

Cette méthode permet le dosage de l'acidité du lait par titrage avec la soude (NaOH) 1/9N en présence de la phénolphthaléine comme un indicateur coloré (**Anonyme I, 2007**).

Mode opératoire

Introduire 10ml de lait dans un bécher de 100 ml à l'aide d'une seringue, par la suite ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine, puis titrer avec la soude jusqu'au virage au rose pâle facilement perceptible et persistant pendant 10 secondes.

Expression des résultats

L'acidité en degré dornic correspond à la chute burette en $ml \times 10$.

II.1.3.3.Tests de stabilités

a. Test ramsdell

Principe

Le test consiste à vérifier la stabilité du produit à 100°C par incorporation d'ions phosphates. En effet, ces derniers ont la capacité de déstabiliser la structure des micelles de caséines, si le lait n'est pas stable (**J.O.R.A. N° 35,1998**).

Mode opératoire

Préparer des tubes contenant 10ml de lait à tester, ajouter respectivement 1,2 /1,4/1,6/1,8/2 ml de la solution de phosphate mono potassium (KH_2PO_4), agiter les tubes et placer les au bain marie bouillant pendant 5mn puis les refroidir dans un courant d'eau froid pendant 2mn, et à la fin verser le contenu de chaque tube dans une boite de pétri et observer l'aspect.

Observation :

- ✓ S'il y a coagulation, le test est positif donc le lait n'est pas stable
- ✓ S'il n'y a pas de coagulation, le test est donc négatif et le lait est stable

b. Test d'alcool

Principe

L'alcool peut dénaturer les protéines du lait (observation d'un précipité) si elles sont dans un état instable. Ce test est préconisé afin de minimiser les risques de déstabilisation du lait lors du traitement UHT et la présence de précipités désagréables dans les emballages (**J.O.R.A n° 35, 1998**).

Mode opératoire

Mettre 2ml de lait dans un tube à essai en premier lieu, et en seconde lieu ajouter 2ml d'alcool et fermer le tube, et faire des retournements du tube sans agiter, verser le contenu de chaque tube dans une boîte de pétri et observer l'aspect. Réaliser deux tests avec l'alcool de 70° et l'autre avec l'alcool à 75°.

Observation :

- ✓ Le test est dit négatif si on ne constate aucune floculation ou coagulation pendant au moins une minute
- ✓ Le test est dit positif si on constate une présence de floculation pendant au moins une minute

c. Test d'ébullition

Principe

Un lait qui n'est pas frais présente une structure de caséines particulièrement instables. Dès lors, un simple traitement thermique suffit à les précipiter. De ce fait, tout lait destiné à la consommation doit être stable à l'ébullition (**J.O.R.A. N° 35, 1998**).

Mode opératoire

Transférer 5ml de lait dans un tube à essai, puis le placer en bain d'eau bouillante pendant 10mn, après refroidir sous un courant d'eau froide pendant 02 mn.

Expression des résultats

Le lait est dit instable au traitement thermique lorsqu'on observe la présence de floculation ou de précipitation, ou la formation d'un coagulum.

d. Chambres de stabilités

Chambres de 30°C/ 3jours et de 30°C/7jours : sont utilisés dans le but d'observer et de tester la stabilité du produit dans les mauvaises conditions de la température en fonction du temps par la mesure de pH et de l'acidité.

- ✓ Si le pH et l'acidité du produit ne sont pas stables et ne sont pas dans la gamme des normes, on peut dire que le produit ne résiste pas aux mauvaises conditions, donc il sera instable à la température ambiante.
- ✓ Si le pH et l'acidité du produit sont stables, on peut dire que le produit résiste aux mauvaises conditions, donc il sera stable à la température ambiante.

Mesure de pH et d'acidité des chambres de stabilité

Il consiste à mesurer la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant (**Anonyme I, 2007**).

II.2.Méthode rapide

II.2.1.Le Milkoskan FT1

Principe de fonctionnement

Les échantillons analysés sur MilkoSkan sont pompés, réchauffés, homogénéisés puis passent à travers d'une cuvette de mesure d'un diamètre de 50mm. Un signal InfraRouge est envoyé à travers cette cuvette permettant d'obtenir un spectre. L'énergie absorbée par l'échantillon est proportionnelle à la quantité de matière contenue dans l'échantillon (**Anonyme V, 2005**).

Mode opératoire

Le produit semi fini et le lait UHT demi écrémé est analysé par le FT01 avec le programme lait UHT. Relever les valeurs correspondant au taux de matière grasse, taux de protéine, densité et extrait sec.

Expression des résultats

Lecture directe sur l'écran de l'appareil FT01.

III. Analyses microbiologiques

L'unité « laiterie Soummam » opte pour la recherche des micro-organismes par l'emploi de différentes méthodes à savoir : La méthode de référence(Bactériologique) et la cytométrie en flux.

III.1. Méthode de référence

Le Tableau V illustre les analyses microbiologiques effectuées sur la recherche des germes pour la poudre de lait, l'eau de process et produit fini.

Tableau IV: Germes recherchés pour la poudre de lait, l'eau de process et produit fini

Echantillon		Micro-organismes recherchés
Matière première	Poudre de lait	-Germes totaux -Coliformes -Clostridium sulfite réducteur à 46°C -Salmonelles -Antibiotiques
	Eau de process	-Germes aérobies à 22°C -Germes aérobies à 37°C -Coliformes Totaux -Streptocoques Fécaux -Pseudomonas
Lait UHT demi écrémé		-Germes Totaux

III.1.1. Poudre de lait

III.1.1.1. Préparation de la solution mère et des dilutions

Pour préparer la solution mère, prélever aseptiquement 10g de la poudre que l'on déposera dans un flacon approprié, bouché contenant 90ml de la solution de Ringer, cette suspension correspond à la dilution 10^{-1} (suspension mère), afin d'obtenir la dilution 10^{-2} , transférer aseptiquement 1ml de la suspension mère dans un tube contenant 9ml de diluant TSE (tryptone sel eau), on obtient ainsi la dilution 10^{-2} , par la suite transférer 1ml de la dilution 10^{-2} dans un tube contenant 9ml de diluant TSE, on obtient ainsi la dilution 10^{-3} , à la fin transférer 1ml de la dilution 10^{-3} dans un tube contenant 9ml de diluant TSE, on obtient ainsi la dilution 10^{-4}

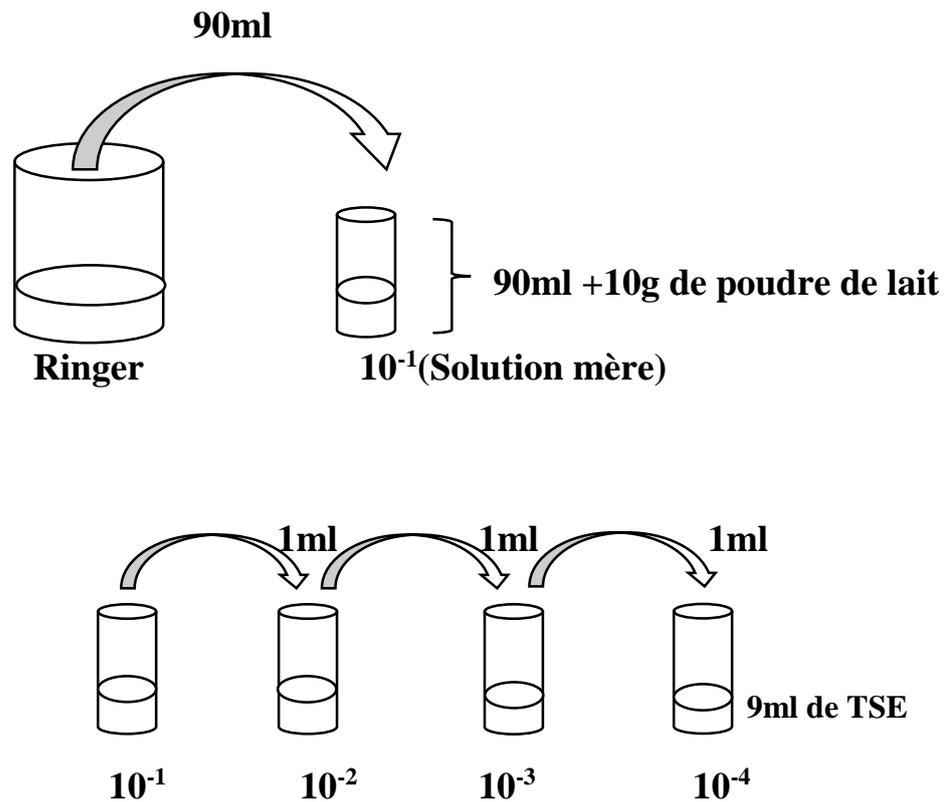


Figure 02 : Préparation de la solution mère et des dilutions

III.1.1.2. Dénombrement des germes Totaux

Mode opératoire

Préparer une série des dilutions à partir de la solution mère 10^{-1} avec le diluant TSE jusqu'à 10^{-4} , puis prendre deux boîtes de Pétri pour chaque dilution, ensuite transférer à l'aide d'une pipette stérile 1ml de chaque dilution àensemencer dans une boîte de Pétri, après couler dans chaque boîte de Pétri environ 15ml de la gélose PCA à 45°C , et préparer également une boîte témoin avec environ 15ml du milieu pour contrôler sa stérilité, une fois que les étapes d'ensemencement sont terminées et la gélose est solidifiée, passer à ajouter une deuxième couche de la gélose PCA environ 4ml, puis les incuber à l'étuve à 30°C / 3jours.

Expression des résultats

Si le nombre de colonie est entre 15 et 300, le calcul du nombre N de bactéries présentes dans l'échantillon pour essai se fait par une moyenne pondérée à partir de deux dilutions selon l'équation suivante :

$$(\text{UFC})N = \frac{\Sigma C}{(n_1 + 0,1n_2) \cdot d}$$

ΣC : C'est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues

n_1 : Est le nombre de boîtes retenues à la première dilution

n_2 : Est le nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution

d : Est le taux de dilution correspondant à la première dilution obtenue

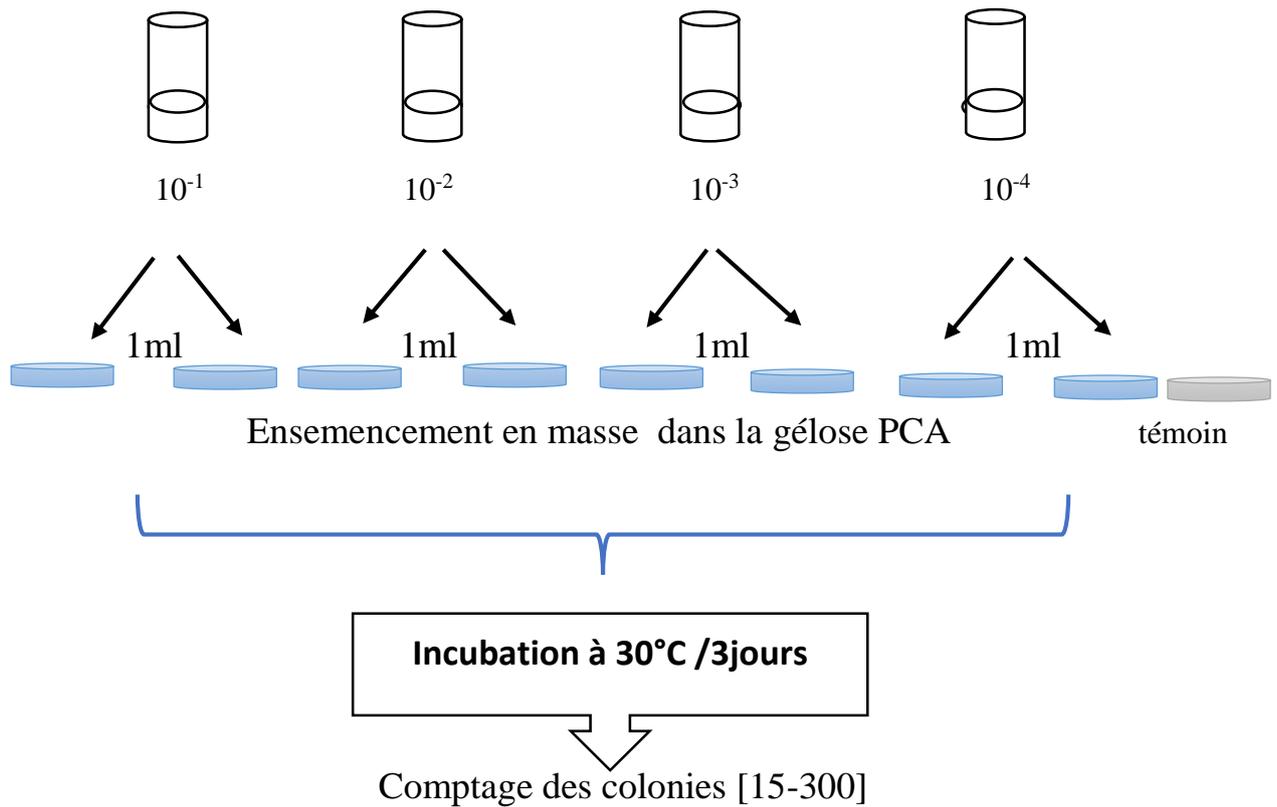


Figure 03 : Schéma d'analyse microbiologique pour les germes Totaux

III.1.1.3. Dénombrement des coliformes

Principe

Trois séries de dilution en parallèle, obtenues à partir de l'échantillon pour essai, sont ensemencés sur un milieu sélectif (BLBVB) contenus dans des tubes à essai contenant des cloches de Durham. On incube les tubes à 30°C/48h (**Anonyme III, 2007**).

Mode opératoire

Préparer une série des dilutions à partir de la solution mère 10⁻¹ avec le diluant tryptone sel eau jusqu'à 10⁻³, ensemencer trois tubes de 9ml de BLBVB avec 1 ml chacun de la solution mère, puis ensemencer trois tubes de 9ml de BLBVB avec 1ml chacun de la dilution 10⁻², à la fin ensemencer trois tubes de 9ml de BLBVB avec 1ml chacun de la dilution 10⁻³, puis incuber les tubes à 30°C/48h.

Expression des résultats

A partir des tubes positifs (Production de gaz dans les cloches de Durham), déterminer le nombre le plus probable des bactéries coliformes par gramme de produit en se référant au tableau NPP (nombre le plus probable) pour trois séries parallèles.

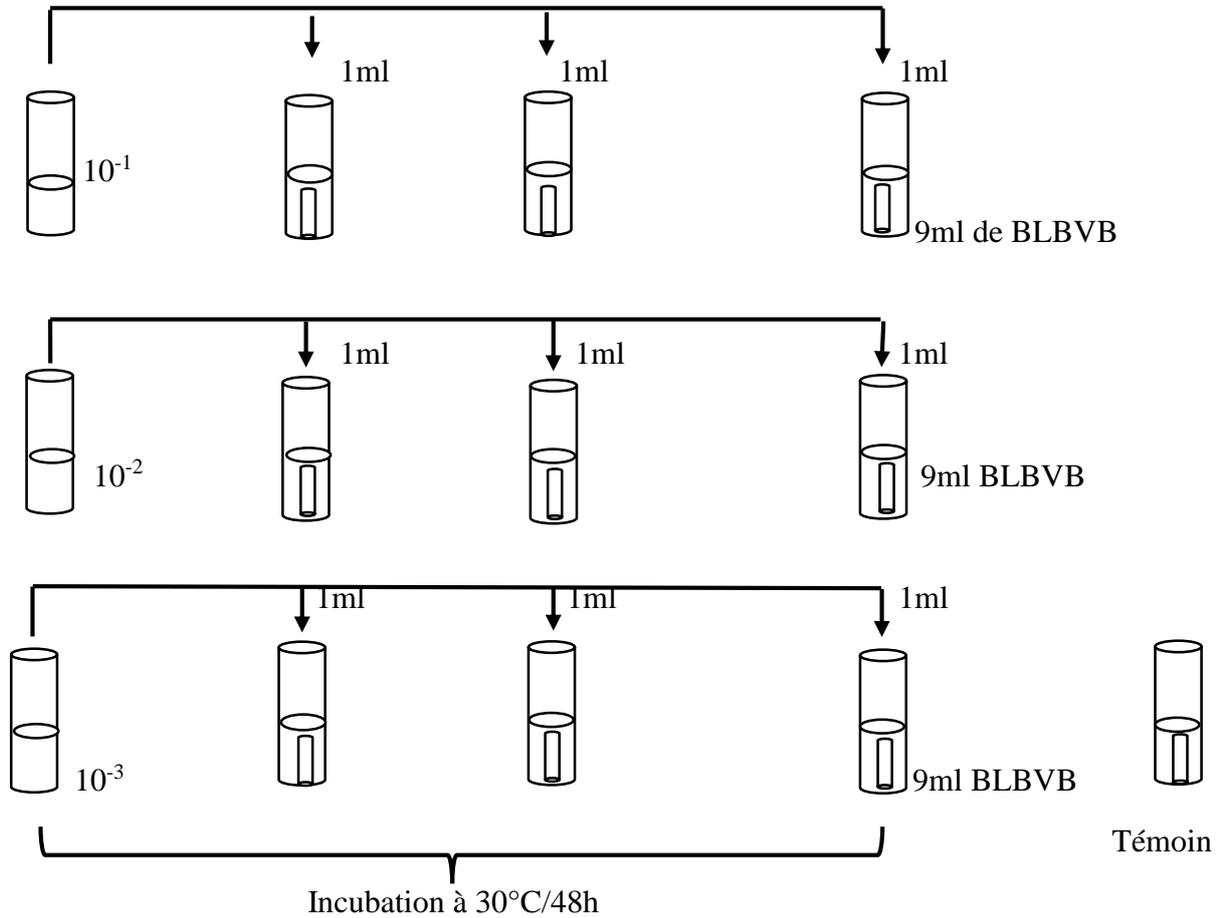


Figure 04 : Schéma d'analyse microbiologique des coliformes pour la poudre de lait

III.1.1.4. Dénombrement des clostridiiums sulfite réducteur

Principe

Leur mise en évidence est basée sur le pouvoir des clostridium à réduire le sulfite dans un milieu contenant des sulfites et un sel métallique et leur production d'H₂S (**Anonyme III, 2007**).

Mode opératoire

L'échantillon pour essai est la suspension mère (10⁻¹) dans le cas de poudre de lait. Préparer aseptiquement la quantité à analyser dans 5 tubes stériles, puis les ensemencer avec 2 ml de la suspension mère, après avoir chauffé les tubes à 80°C pendant 8 à 10 minutes, ensuite les refroidir immédiatement sous l'eau de robinet dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées, par la suite ajouter pour chaque tube 15 ml de gélose viande foie (VF), d'autre part couler dans un tube stérile 15 ml de la gélose VF, pour contrôler sa stérilité, et laisser les tubes se solidifier sur une paillasse fraîche pendant 30 minutes, après ajouter pour chaque tube environ 2ml de la gélose VF pour favoriser l'anaérobiose, et à la fin incuber les tubes à 46°C/48h.

Expression des résultats

La somme des colonies dans les 5 tubes correspond au nombre de bactéries par gramme de produit

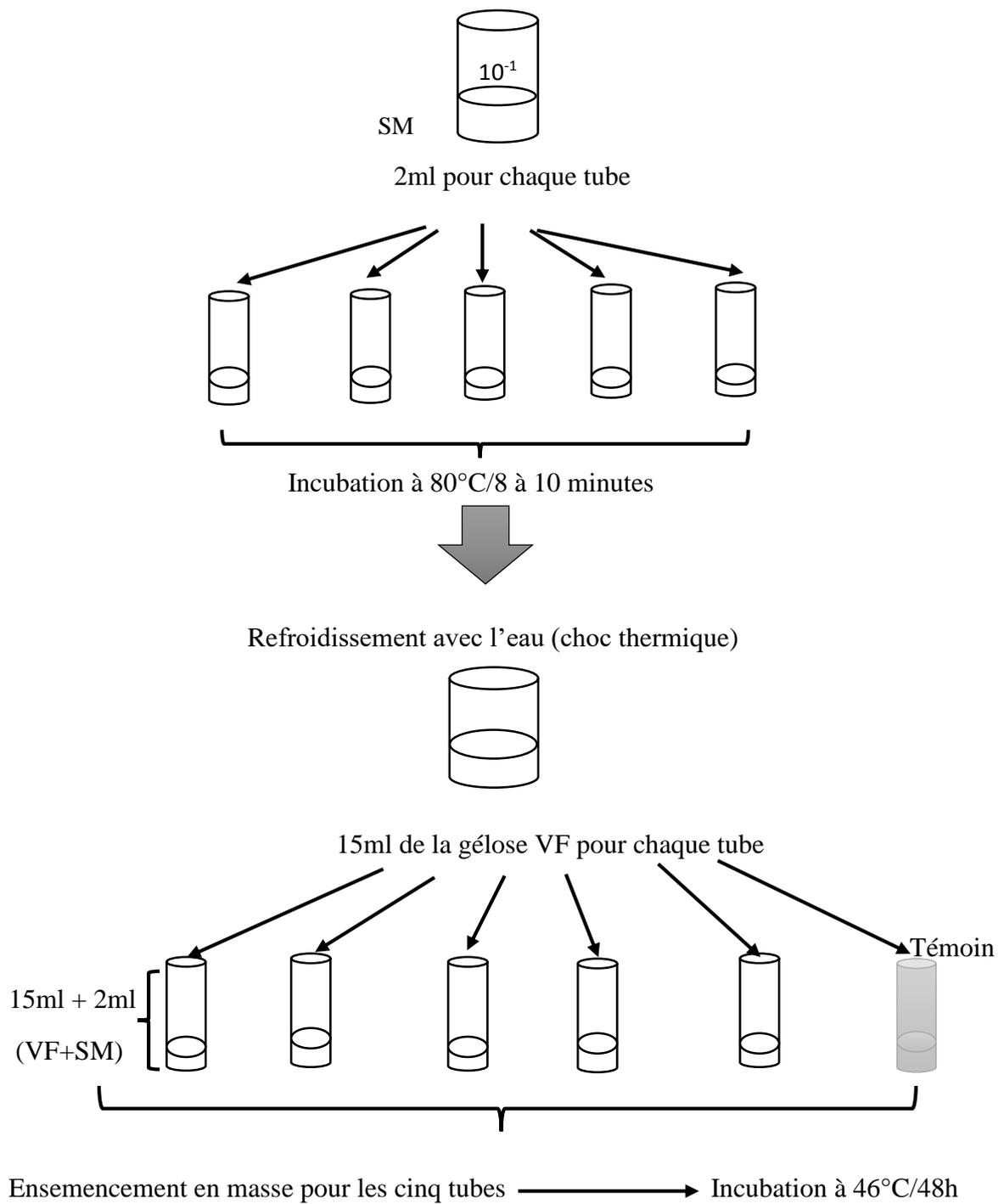


Figure 05 : Schéma d'analyse microbiologie des clostridium sulfite reducteurs

III.1.1.5. Dénombrement des salmonelles

Mode opératoire

Cette méthode consiste en la recherche des salmonelles thermophiles dans la poudre de lait, en passant par trois étapes :

Pré-enrichissement non sélectif

Peser dans un flacon de 250ml une masse de 25g de la poudre de lait, puis ajouter 225ml de l'eau peptonée tamponnée et mélanger jusqu'à ce que la poudre soit complètement dispersée, après incuber le flacon de pré-enrichissement à 37°C/24h.

Enrichissement sélectif

Transférer 1ml de la culture après pré-enrichissement dans un flacon contenant 100ml de bouillon Muller Kauffmann (bouillon de base au tetrathionate), puis l'incuber à 43°C/24h.

Isolement

A partir de la culture obtenue dans le bouillon Muller Kauffmann, ensemercer avec une pipette pasteur ou une anse de platine la surface de deux boîtes de pétri du premier milieu d'isolement sélectif (Hiktoen), l'un après l'autre en se servant de la même pipette pasteur de façon à permettre le développement de colonie bien isolé, opérer de même avec le deuxième milieu d'isolement sélectif BPLS, en se servant d'une nouvelle pipette pasteur, et incuber les boîtes de pétri à 44°C/24h.

Expression des résultats

Les colonies qui sont suspectées positives sont :

Les colonies roses entourés d'un halo rouge sur la gélose BPLS

Les colonies grises bleues à centre noire sur la gélose Hektoen

Ces colonies suspectées positives feront l'objet d'une identification biochimique dans le laboratoire externe. Vu qu'il n'y a pas de tolérance quant à la présence de salmonelle, chaque colonie identifiée positive, indique une présence de salmonelles dans le produit

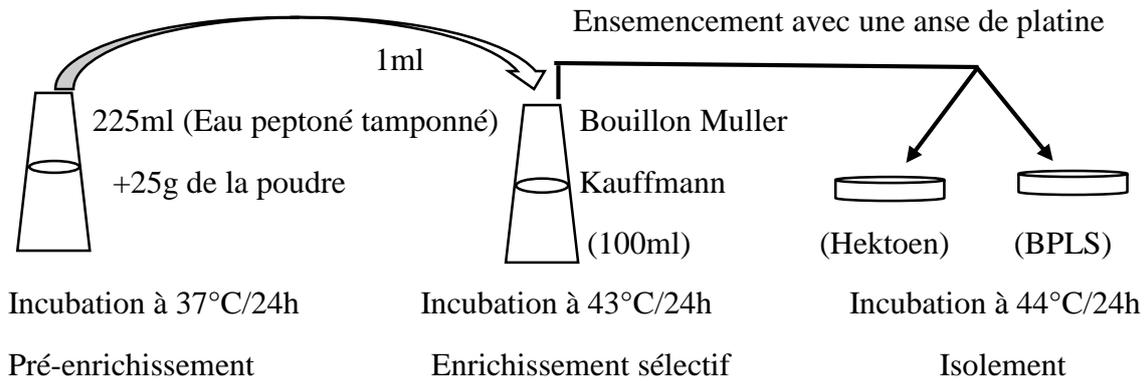


Figure 06 : Protocole de recherche des salmonelles dans la poudre de lait

III.1.1.6. Test d'antibiotique

Principe

Ce test permet l'addition de l'échantillon de lait et de mélange nutritif dans une gélose contenant un indicateur de pH et de *Bacillus Stéaro thermophilus*. Une croissance normale provoque un changement de couleur de l'indicateur de pH qui vire de pourpre au jaune ; lorsque le lait contient des substances inhibitrices, la couleur de l'indicateur de pH reste pourpre (Anonyme III, 2007)

Mode opératoire

Pour la mise en évidence d'un antibiotique dans la poudre de lait. En premier lieu le lait est reconstituée à raison de 25g de la poudre pour 200ml d'eau de process, puis l'homogénéisé et stocké à froid à 4°C, régler en second lieu l'incubateur à une température entre 63,5 et 64,5°C. Après une ampoule SP-NT est découpée pour chaque échantillon de lait et les ensementer à raison de 0,1ml par échantillon et par ampoule à l'aide d'une seringue. Incuber en dernier lieu les ampoules à une température comprise entre 63,5 et 64,5°C pendant 2heure et 45min.

Expression des résultats

Regarder la couleur des deux tierces inférieures de l'ampoule :

Si la couleur est jaune : Absence d'antibiotique

Si la couleur est violette : Présence d'antibiotique

III.1.2. Eau de process

III.1.2.1. Dénombrement des germes aérobies à 37°C et à 22°C

Principe

Le dénombrement des micro-organismes revivifiables repose sur l'incorporation d'un volume d'échantillon d'eau avec de la PCA (**Anonyme IV, 2007**).

Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 4 fois 1 ml dans 4 boîtes de pétri vides préparées à cet usage, puis compléter chacune des boîtes avec environ 15 ml de gélose PCA, ensuite mélanger l'inoculum avec la gélose, laisser solidifier sur paillasse, par la suite rajouter une deuxième couche d'environ 5ml de la même gélose. Les deux premières boîtes seront incubées, couvercle en bas à 22°C/48h. Les secondes seront incubées couvercle en bas à 37°C/72h avec : La première lecture à 24h, la deuxième lecture à 48h et la troisième lecture à 72h.

Expression des résultats

Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaire poussant en masse. Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies. Le résultat sera exprimé par nombre de gramme par millilitre d'eau à analyser à 22°C et à 37°C. Et c'est en calculant la moyenne des deux boîtes.

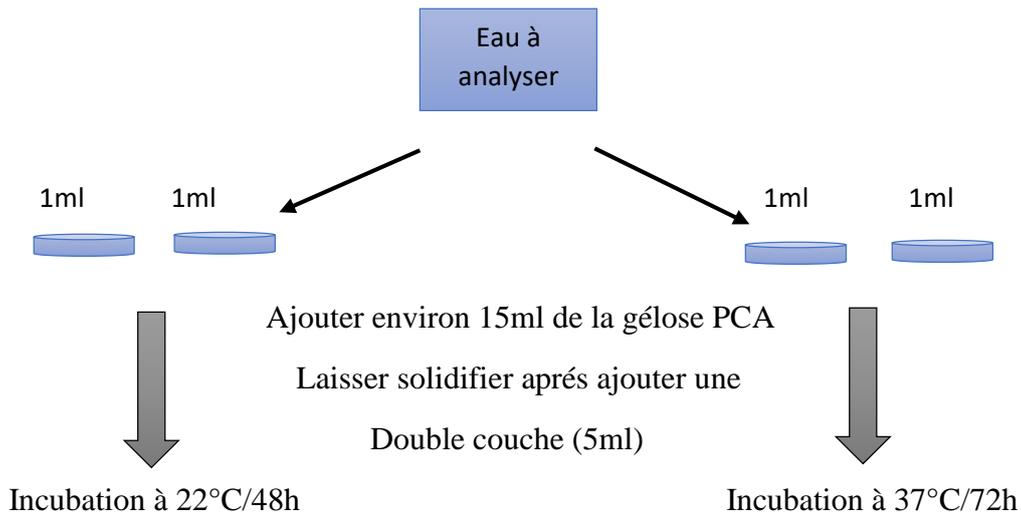


Figure 07 : Dénombrement des germes aérobie à 37°C et à 22°C

III.1.2.2. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux, Streptocoques Fécaux, Pseudomonas par la rampe de filtration

III.1.2.2.1. Procédure de manipulation sur la rampe de filtration

Couler aseptiquement les boites de pétri avec un milieu de culture adéquat pour l'analyse de chaque germes : Milieu TTC pour les coliformes totaux, milieu Slanetz et bartley pour les streptocoques fécaux et milieu Cétrimide pour les Pseudomonas.

Maintenir la rampe entre deux becs benzène, puis prendre l'entonnoir (trois entonnoirs) en acier inoxydable dans la main et flamber-le par en dessous, ensuite flamber l'intérieur de l'entonnoir du fond vers le haut et l'intérieur du couvercle puis reposer-le sur l'entonnoir, après stériliser la pince à la flamme et prendre une membrane filtrant stérile avec, et mettre le filtre au centre du fritté et enlever la feuille de protection avec une pince préalablement flambée, verser ensuite 100ml d'eau de process dans l'entonnoir, et filtrer l'eau sur une membrane filtrante, après la filtration retirer la membrane filtrante à l'aide d'une pince préalablement flambée, et la déposer sur chaque milieu de culture adéquat (tous dépend de germes recherchés). A la fin incuber les boites de pétri : Coliforme totaux à 30°C/24h, Streptocoque fécaux à 37°C/48h, et Pseudomonas à 37°C/48h.

Expression des résultats

Après 24h d'incubation ; les Coliformes totaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou oranges ; lisses, légèrement bombées, et après une incubation de 48h, les Streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies translucides au diamètre variable de couleur rose bonbon, et pour les Pseudomonas c'est l'obtention de colonies présentant une pigmentation caractéristique bleue ou bleu-vert entouré d'un halo blanc fluorescent.

III.1.3.Lait stérilisé UHT demi écrémé

III.1.3.1.Dénombrement des germes Totaux

Mode opératoire

Un prélèvement de 05 échantillons est réalisé sur toute la production, la prise d'essai est la suspension mère « lait UHT demi écrémé ». Cette méthode consiste à ensemencer deux boîtes de pétri pour chacun, 1ml de la suspension mère est transféré dans chaque boîte de pétri à l'aide d'une pipette stérile, puis 15ml de la gélose PCA préalablement refroidie à 45°C est coulé à l'intérieur de chaque boîte, l'inoculum est mélangé avec le milieu de culture et puis solidifié, une boîte témoin avec environ 15 ml du milieu est préparée également pour contrôler la stérilité du lait UHT, 4ml de gélose PCA est coulé à la surface du milieu ensemencé pour éviter le développement des colonies envahissantes, les boîtes de pétri sont solidifiées et incubées à l'étuve à 30°C/72h.

Expression des résultats

Apparition des colonies blanche lenticulaire. Le nombre des colonies est représenté selon l'équation suivante : $(UFC) N = \Sigma C / (n_1 + 0,1n_2) \cdot d$

III.3.Test microbiologique pour la chambre de stabilité 55°C/5 jours

Prendre 5 packs de lait UHT demi écrémé pour l'analyse (le même stade de production utilisé pour tous les échantillons à analyser soit pour les analyses physico-chimiques ou microbiologiques), puis incuber les échantillons dans une chambre de stabilité à 55°C/5 jours, après l'incubation, faire une analyse microbiologique sur les germes Totaux pour tester la stabilité du produit (le mode opératoire concernant le dénombrement des germes

totaux est idem à celui décrit dans le mode opératoire des germes totaux du lait UHT demi écrémé). S'il n'y a pas une altération de produit dans ces mauvaises conditions, donc le produit sera forcément stable dans les températures ambiantes.

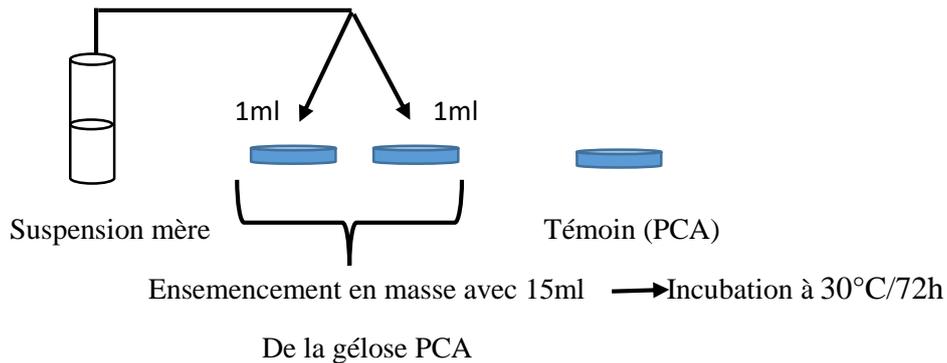


Figure 08 : Protocole d'analyse microbiologique des germes Totaux

III.2.Méthode rapide

III.2.1. Cytométrie en flux (D-Count)

III.2.1.Lait stérilisé UHT demi écrémé

Principe

Les échantillons sont traités avec des réactifs qui rendent fluorescent les micro-organismes viables potentiellement présents, seul les micro-organismes viables sont capables, grâce à leurs système enzymatique de cliver un substrat non fluorescent en un dérivé fluorescent et de l'accumuler dans leur cytoplasme. Après marquage, les échantillons sont injectés dans la cellule de mesure où les micro-organismes sont alignés grâce à un flux laminaire lors du passage de l'échantillon marqué devant le faisceau laser, les micro-organismes viables fluorescents détectés individuellement au moyen de récepteur ultrasensibles à la fluorescence (**Manuel de l'appareil**).

Mode opératoire

Préparation de la série d'analyse

Les mêmes échantillons utilisés pour l'analyse microbiologique standard sont utilisés pour la cytométrie. Les produits sont incubés 24h minimum dans des conditions favorable à la croissance des micro-organismes (réglage incubateur à «30°C »).

Pour procéder à une analyse sur le cytomètre « D-Count », prélever 100µL à partir de chaque pack de lait UHT et le mettre dans un tube de 20ml, ensuite vérifier que la température de portoir d'incubation est correcte (30°C), par la suite charger un tube vide de 20ml en première position de la liste de travail sur le portoir d'incubation pour la préparation de contrôle négatif, puis ajouter une goutte de culture fraîche de levure ou bactéries dans un tube vide 20ml pour la préparation de contrôle positif, charger ce tube en dernière position de la liste de travail sur le portoir d'incubation, et charger les tubes échantillon 20ml (25 tubes) sur le portoir d'incubation de l'unité de préparation des échantillons. Les tubes échantillon ne doit pas rester plus de 20minutes dans le portoir d'incubation avant lancement d'une série.

Partie III

Résultats et discussions

I. Résultats des analyses physico-chimiques :

I.1.Poudre de lait :

Les deux tableaux ci-dessous représentent les résultats d'analyses physico-chimiques de la poudre de lait (0% et 26%) :

Tableau V: Résultats des analyses physico-chimiques de la poudre de lait 0%

Détermination	Résultats	Normes internes de l'entreprise
pH	6,68	6,5 à 6,7
Acidité °D	16°D	12 à 19°D
Taux d'humidité %	4,05%	<5%
Taux de matière grasse %	0,3%	1,25% max
Taux de protéine %	36,3%	34 à 39%

Tableau VI : Résultats des analyses physico-chimiques de poudre de lait 26%

Détermination	Résultats	Normes internes de l'entreprise
pH	6,69	6,5 à 6,7
Acidité °D	15°D	12 à 17°D
Taux d'humidité%	2,94%	<5%
Taux de matière grasse%	25,1%	26% max
Taux de protéine%	26, 3%	24,5 à 28%

Les valeurs de pH pour les poudres de lait (0% et 26%) sont dans la gamme de la norme de l'entreprise, elles sont voisines de la neutralité. Ces résultats indiquent qu'avant le procédé

de déshydratation, le lait utilisé était stable et frais, et que les conditions de transport et de stockage ont été respectées.

Les résultats obtenus pour l'acidité (16°D pour 0% et 15°D pour 26%) sont conformes à la norme de l'entreprise. Ceci nous montre que le lait utilisé est frais avant le séchage, et riche en diverse substance (protéines, phosphore, glucide). Par ailleurs, les résultats obtenus pour le taux d'humidité pour les deux poudres sont inférieurs à 5%, ce qui suggère que les conditions de production et de transport ont été respectées.

D'après les résultats obtenus on a remarqué que la teneur en matière grasse a une moyenne inférieure à celle requise par l'entreprise (0,3% pour 0% et 25,1% pour 26%), ce qui démontre que le produit utilisé est conforme aux normes, et indique que la standardisation de la matière grasse a été bien menée. De même les résultats obtenus par la méthode KJELDAL sont dans la gamme des normes de l'entreprise.

I.2.Eau de process :

Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau de process sont indiqués dans le tableau suivant :

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

Paramètres	Résultats	Normes internes de l'entreprise
pH	6,85	6,5- 8,5
TH °F	9°F	8-20°F
TA °F	0°F	0°F
TAC°F	6°F	≤25°F
Cl⁻ mg/l	45,02 mg/l	<80mg/l

Les résultats des paramètres illustrés dans le tableau VII, sont conformes aux normes de l'entreprise, cela peut être expliqué par l'efficacité du traitement d'adoucissement effectué

par l'unité « Laiterie Soummam » pour garantir une bonne qualité d'eau de process qui facilite la solubilité de la poudre utilisé.

I.3. Le produit semi fini et lait stérilisé UHT demi écrémé

Les résultats des analyses physico-chimiques de produit semi fini et de produit fini sont mentionnés dans les tableaux VIII, IX et X :

Tableau VIII : Résultats des analyses physico-chimiques de lait UHT

Paramètres	Résultats du produit semi fini	Résultats du produit fini	Normes internes de l'entreprise
pH	6,70	6,69	6,60-6,80
Acidité °D	15°D	15°D	15-16
Extrait sec totale%	10,56%	10,52%	10-10,65
Densité	1032	1032	1032
Matière grasse %	1,62%	1,62%	1,55-1,75
Matière protéique%	3,05%	3,05%	3-3,2

On a remarqué que les résultats de tous les paramètres cités dans le tableau X, répondent aux normes de l'entreprise cela explique la conformité du produit et le bon fonctionnement de process de fabrication.

Tableau IX : Tableau des résultats d'analyse des tests de stabilité du lait UHT dans les chambres de stabilités

Paramètres	Chambre de stabilité 30°C /3jours					Chambre de stabilité 30°C /7jours					NIE
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Nombre d'échantillons											/
pH	6,60	6,60	6,61	6,60	6,60	6,62	6,64	6,63	6,61	6,63	6,6-6,80
Acidité °D	16	15,9	16	16	16	15,7	15,7	15,7	15,8	15,7	15-16

Tableau X : Résultats des analyses des tests de stabilités

Paramètres	Résultats du produit semi fini	Résultats du produit fini
Test Ramsdell	Négatif (Stable à 2 ml)	Négatif (Stable à 2 ml)
Test d'alcool	Négatif (Stable de 70° à 75°)	Négatif (Stable de 70° à 75°)
Test d'ébullition	Stable	Stable

Les valeurs du pH et d'acidité du produit fini dans les deux chambres de stabilité sont presque convergentes, et conformes aux normes recommandées par l'entreprise, ce qui démontre que le produit sera de manière officielle conservé pendant une longue durée, et stables aux températures ambiantes.

Le résultat de test Ramsdell est négatifs ce qui indique que le lait est stable et qu'il peut subir une stérilisation sans aucun risque de coagulation ou de sédimentation. Parallèlement le test d'alcool est négatif parce qu'on'a pas constaté une floculation pendant au moins une minute. Ce qui indique que le lait présente une bonne stabilité et apte à la stérilisation. De plus le résultat obtenu montre une absence de coagulation du lait, cela s'explique par la stabilité du lait et sa résistance au traitement thermique effectué.

II. Résultats des analyses microbiologiques

II.1. Poudre de lait :

Le tableau ci-dessous montre les résultats des analyses microbiologiques des poudres de lait 0% et 26% :

Tableau XI : Résultats des analyses microbiologique des poudres de lait

Détermination	Résultats 26%	Résultats 0%	Normes	Références
Germes totaux (UFC/g)	6. 10 ²	5.10 ²	2.10 ⁵ (UFC/g)	J.O.R.A n°35,27 mai 1998
Coliformes (UFC/g)	00	00	10 (UFC/g)	J.O.R.A n°35,27 mai 1998
Clostridium sulfito- réducteur (UFC/g)	00	00	10 (UFC/g)	J.O.R.A n°35,27 mai 1998
Salmonelles/25g (UFC/g)	Absence	Absence	Absence	J.O.R.A n°35,27 mai 1998
Antibiotique	Absence	Absence	Absence	J.O.R.A n°35,27 mai 1998

Les résultats obtenus montrent que les poudres de lait sont conformes aux normes, et de bonne qualité microbiologiques, cela est due à leurs conditionnements aseptiques dans des sacs qui empêchent toute contamination microbiennes, aussi leurs stockages se fait à des températures ambiantes pour éviter un taux d'humidité élevé, car toute diminution de l'activité de l'eau affecte le taux de croissance bactérienne.

II.2. Eau de process

Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau de process sont resumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XII : Analyses bactériologiques de l'eau de process

Détermination	Résultats	Normes	Références
Germe aérobic à 22°C UFC	00	10 ² UFC	AFNOR T90-401 et 90-402
Germe aérobic à 37°C UFC	00	<20 UFC	AFNOR T90-401 et 90-402
Coliforme totaux/100ml UFC	00	<10 UFC	iso 9308
Streptocoque fécaux/100ml	absence	absence	iso7899-2
Pseudomonas	absence	absence	NF 12780

Les résultats des analyses bactériologiques obtenus sont inférieurs aux normes, ce qui explique la conformité de l'eau de reconstitutions, cela est dû au bon traitement des eaux effectués au niveau de l'unité de production, donc de point de vue microbiologique, l'eau de process utilisée pour la production de lait UHT demi écrémé est de bonne qualité bactériologique.

II.3. Lait stérilisé UHT demi écrémé

Les tableaux XIII et XIV et XV ci-dessous représentent Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur le produit fini tout au long de la chaîne de production

Tableau XIII : Résultats des analyses bactériologiques des germes totaux du produit fini par la méthode de référence

Germes recherches	Echantil lon 01	Echantiol lon 02	Echantil lon 03	Echantil lon 04	Echantil lon 05	Normes	Reference
Germes Totaux UFC/0,1ml	00	00	00	00	00	10 UFC/0,1ml	J.O.R.A, n°39,02 juillet 2017

Tableau XIV : Résultats des analyses bactériologiques des germes totaux du produit fini par la méthode de cryométrie en flux « D-Count »

Germes recherchés	Echantillon 01	Echantillon 02	Echantillon 03	Echantillon 04	Echantillon 05	Normes	Références
Germes totaux UFC/0,1ml	négatif	négatif	négatif	négatif	négatif	10 UFC/0,1ml	J.O.R.A, n°39,02 juillet 2017

Les résultats obtenus par les deux méthodes sont conformes à la norme, et satisfaisante pour l'entreprise.

L'absence des germes totaux prouve que le produit fini a subi un traitement thermique de stérilisation UHT efficace, suivi par un conditionnement aseptique, ce qui permet d'obtenir un produit d'excellente qualité microbiologique et conforme à la norme requise.

La cytométrie en flux est la méthode la plus efficace et bénéfique pour l'entreprise, du fait qu'elle peut fournir des résultats microbiologiques en temps réel, et permet un gain de temps sur la libération de la production et la validation de la commercialisation, mais la méthode de référence reste fiable et indispensable pour vérifier et valider la méthode rapide.

Tableau XV : Résultats des analyses microbiologiques des germes totaux après une incubation dans la chambre de stabilité à 55°C/5jours

Germes recherchés	Echantillon 01	Echantillon 02	Echantillon 03	Echantillon 04	Echantillon 05	Norme	Reference
Germes totaux UFC/0,1ml	00	00	00	00	00	10 UFC/0,1 ml	J.O.R. A, n°39,02 juillet 2017

Les résultats obtenus pour le produit fini sont conformes aux normes de l'entreprise malgré les mauvaises conditions de température, cela est dû à l'efficacité du traitement UHT, ce qui suggère que le produit a une bonne résistance aux températures élevées.

Conclusion

Conclusion

Le travail que nous avons effectué au sein de l'unité laiterie Soummam nous a permis d'acquérir des connaissances pratiques sur l'industrie, le processus de fabrication des différents produits UHT et les méthodes d'analyses dans les différents laboratoires.

Les tests de Milkoskan, le pH moyen, l'acidité moyenne, les tests de stabilités (test d'ébullition, test d'alcool et test ramsdell) montrent que l'ensemble des échantillons analysés sont stables et conformes aux normes de l'entreprise.

Les résultats des analyses microbiologique portés sur les différents échantillons des matières premières (eau de reconstitution, poudre de lait) et produit fini (lait UHT demi écrémé) ont démontré une grande conformité aux normes exigées par la réglementation algérienne et donc une qualité microbiologique satisfaisante.

Les résultats microbiologiques obtenus par la méthode de référence et la cytométrie montrent que le produit est stérile, c'est-à-dire que les deux méthodes d'analyses appliquées sont fiables, de plus ils concordent avec les normes de commercialisation adoptées par l'entreprise.

L'ensemble des résultats d'analyse physico-chimiques et microbiologiques obtenus sont conformes aux normes. Ce qui nous informe sur l'excellente qualité des matières première utilisées grâce au bon choix de fournisseurs, et la bonne maîtrise de processus de fabrication du lait UHT et à la bonne pratique d'hygiène.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

-AFNOR T90-401;1.96 : Essai des eaux, dénombrement des microorganismes revifiables, comptages des colonies obtenus à 37°C.

-AFNOR 90-402;1.96 : Comptages des colonies obtenus à 22°C.

B

-Balezi Z, Mushagalusa G. (2018). Effets des techniques de transformation sur la qualité du fromage blanc traditionnel «Mashanza »produit au Sud-kivu, RD Congo, Journal of Animal & Plant Sciences, m.elewa.org.Vol.38, Issue 1 : 6097-6110.

-Boisard P. (1994). Le lait et la machine, Gillet,P.(sous la direction de). Mémoires lactées. Blanc, bu, biblique : le lait du monde. Ed. Autrement, Collections Mutation/Mangeurs.

-Bosset J, Gallmann P, Sieber R. (1992). Station fédéral de recherches laitières, CH-3097 liebefeld-Berne, Suisse, Influence de la translucidité de l’emballage sur la conservation du lait et des produits laitiers.

-Boudalia S. (2016). Polycopié de cours pour les masters production et technologie laitières, qualité et législation.

-Brule G. (1987). Le lait matière première de l’industrie laitière, Pp 87.

C

-Caracalla V. (2002). Avantages des risques potentiels du système lactoperoxydase pour la conservation du lait cru, Rapport d’une réunion technique FAO/OMS, Dror Bar-Natan.

D

-Desjeux JF, (1993). Lait de chèvre et santé, Valeur nutritionnelle du lait de chèvre,73, 573-580.

-Didnang K, Millogo V, Kere M, Sissao M. (2017). Researchgate.net, Effet du temps et de la température de conservation sur la qualité nutritive et microbiologique des lait crus collectés au Burkina Faso, Effect of storage time and.

-Druart X, Guérin Y, Gatti J, Dacheux J, Conservation de la semence ovine, Production Animales 22 (2), 91, 2009.

E

-Egk A. (1975). Le lait et l'industrie laitière, troisième édition refondue

-Esnaut C, Mansour E. (1990). Un nouveau procédé d'injection de vapeur : application à la mise au point d'un nouveau traitement thermique du lait.

F

-FAO. (2017). Le lait et produits laitiers. La composition du lait.

G

-Guiraud J.(1998). Microbiologie alimentaire. Ed DUNO, Paris .p4-152. ISBN:2-10003666.

I

-ISO 7899-2, Qualité de l'eau, recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux-partie 2 : méthode pour l'analyse des eaux destinées à la consommation humaine.

-ISO 9308-1, Qualité de l'eau, dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliforme-partie 1 : méthodes pour l'analyse des eaux destinées à la consommation humaine.

J

-Jeantet R, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P, Brulé G. (2008). Les produits laitiers, 2^{ème} édition.

K

-Kamal M. (2016). Contribution à l'étude de la structure-texture du lait de chamelle lors de la coagulation et du traitement thermique : comparaison avec le lait de vache, Thèse préparée au laboratoire Régional en agroalimentaire et Biotechnologie.

L

- Labioui H, Elmoualdi L, Benzakour A, Yachioui M, Berny H, Ouhssine M. (2009).** Étude physicochimique et microbiologique de laits crus (*), Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 148, 7-16.
- Luquet F.L. (1990).** Lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre transformation et technologie. Edition technique et documentation. Page 5

M

- Mahaut M, Jeantet R, Brulé G, Schuck P. (2000).** Les produits industriels laitiers.
- Malek F. (2019).** Canadian Journal of Microbiology, Bactéries sporulées et biofilms : un problème récurrent dans les lignes de production de lait reconstitué ou recombinaison pasteurisé, NRC Research Press.
- Mottar J. (1981).** Considération sur la cinétique chimique de réchauffement du lait à ultra haute temperature, Le lait 61 (608), 503-516.
- Mottar J et Naudt M. (1979).** La qualité du lait chauffé à ultra-haute température comparée à celle du lait pasteurisé et stérilisé dans la bouteille.
- Mulder H, Walstra P. (1974).** The milk fat globule. Emulsion science as applied to milk products and comparable foods. Wageningen, Commonwealth Agricultural Bureau, 9 : 163-194.

N

- NF 12780.** Qualité de l'eau, détection et dénombrement de *Pseudomonas aeruginosa* par filtration sur membrane.
- Noblet B. (2012).** Le lait : produits, composition et consommation en France, 96, impasse. des vignes, 69210 fleurieux-sur-L'Arbresle, France,

O

- Odet G, Cerf O, Chevillotte J, Douard D, Gillis J, Helaine E, Lignac J. (1985).** La maîtrise de la qualité du lait stérilisé UHT.

P

-**Perreau J. (2014)**. Conduire son troupeau de vaches laitières. 2^{ème} ed. Agriproduction France Agricole, France. 405p.

R

-**Roux Y. (1994)**. Thèse : qualité protéique des laits à la production : facteur de variation et recherche d'indicateurs de protéolyse.

S

-**Schuck P, Dolivet A, Jeantet R. (2012)**. Les poudres laitières et alimentaires, Technique d'analyse.

-**Stolz H, Rebholz T. (2019)**. Un coup d'œil dans la jungle du lait, orgprints.org.

V

-**Veisseyre R. (1979)**. Technologie du lait, constitution, récolte, traitement et transformation du lait ,3^{em} édition, techniques laitières.

-**Vignola C. (2002)**. Science et technologie du lait : transformation du lait, *Presses inter Polytechnique*.

-**Vilain A. (2010)**. Qu'est-ce que le lait? Revue française d'allergologie, 50(3), 124-127.

Y

-**Yabrir B, Zobiri A, Laoun A, Titouche Y. (2018)**. Comportement bactériologique de lait cru ovin produit en milieu steppique algérien et réfrigéré à 4 C ou à 7C, Research for Rural, researchgate.net.

Textes réglementaires

-**J.O.R.A. N° 39. (2017)**. Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, laits et produits laitiers.

-**J.O.R.A. N°69. (1993)**. Section VII, laits stérilisés et stérilisés ultra haute température (UHT).

-**J.O.R.A. N°35. (1998)**. Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers.

Documents de l'entreprise

-**Anonyme I. (2007).** Manuel des analyses physico-chimiques des produits laitiers de l'entreprise.

-**Anonyme II. (2007).** Manuel des analyses physico-chimiques d'eau de process.

-**Anonyme III. (2007).** Manuel des analyses microbiologiques des produits laitiers de l'entreprise.

-**Anonyme IV. (2007).** Manuel des analyses microbiologiques d'eau de process.

-**Anonyme V. (2005).** Foss France, Manuel de l'appareil.

Annexe

Annexe I

Présentation de l'unité « Laiterie Soummam »

I-Historique de l'entreprise laiterie Soummam :

La laiterie Soummam est une entreprise algérienne créée par L'ounis HAMITOUCHE en association avec deux membres de sa famille en 1993. Elle a débuté son activité dans le sous-sol même de sa maison, avec une capacité de production ne dépassant pas 20.000 pots par jour, avec 20 employés.

- Evolution de l'entreprise :

1993 : Création de la société avec un démarrage d'une seule ligne rénovée. 2000 : L'usine, dénommée Soummam I a été installée dans la Zone industrielle TAHARACHT dans les environs d'Akbou wilaya Bejaia. Investir dans trois lignes nouvelles.

2002: Acquisition d'un nouveau terrain à côté de l'usine et construction d'un deuxième bâtiment Soummam l'investir dans 6 nouvelles lignes de production.

2005 : Acquisition d'un nouveau terrain à côté de l'usine et construction d'un troisième bâtiment Soummam3.

2008-2013 : Construction d'un 4eme bâtiment Soummam4, investir dans plusieurs nouvelles lignes de production.

2015: la Construction d'un 5eme bâtiment Soummam5.

La laiterie Soummam Comprend :

- 4 ateliers de production et de conditionnement.
- Un laboratoire d'analyse microbiologique et physico chimique des produits.
- Un grand centre de stockage et de distribution.
- Un bloc administratif.
- Des unités (station de traitement des eaux station de production de froid, station de réception et de traitement de lait cru...est)

-Activité de l'entreprise :

SARL Laiterie Soummam est une entreprise de production et de commercialisation, spécialisée dans les produits laitiers elle à une large gamme de produits.

-L'évolution de la production de la laiterie Soummam durant la durant la période (200612015) :

EXERCICE	Tannage annuel (bonnes)
2006	90 000
2007	110 000
2008	136 000
2009	160 000
2010	190 000
2011	260 000
2012	300 000
2013	110 000
2015	260 000

A travers ces données on remarque que la production de la laiterie Soummam augmente d'une année à l'autre ce qui explique son offre.

La laiterie Soummam se place aujourd'hui comme leader national dans son domaine d'activité :

- Une infrastructure des stockages sous froid de plus des 20 000 M2 répartie en un dépôt central et 4 dépôts régionaux se classent selon la demande comme suit :

-Alger (EL ACHOUR).

-Oran (BIR EL DJIR).

-Annaba (SIDI SALEM)

-Constantine « EL KHROUB D »

II-Situation géographique de la laiterie Soummam :

Entreprise familiale créée en 1993, la laiterie Soummam est implantée au nord de l'Algérie à 200 kms à l'Est de la capitale Alger et à 60 kms du chef-lieu de la wilaya (Département) de Bejaia, grande ville côtière abritant le 2^{ème} port commercial du pays.

Activité :

Soummam produit et commercialise du lait UHT (nature et aromatisé) des yaourts (en pots et en bouteilles), des fromages frais (nature et aromatisés), des spécialités laitières et autres desserts lactés.

Gamme :

Soummam dispose d'une riche gamme composée de plus de 40 références de produits différents se déclinant en une grande variété d'arômes, de fruits, d'emballages (pot, bouteille, Tétrapack) et de conditionnements (100g, 70g, 90g, 1L, 170 g, 100 ml ...)

III-Positionnement sur le marché Algérien :

Avec une production et une commercialisation de près de 500 000 T/AN et une capacité de production annuelle de plus de 700 000 T/AN, répartie sur deux sites de production, Soummam est le leader incontesté dans son créneau sur le marché Algérien avec une part de marché de plus de 50 %.

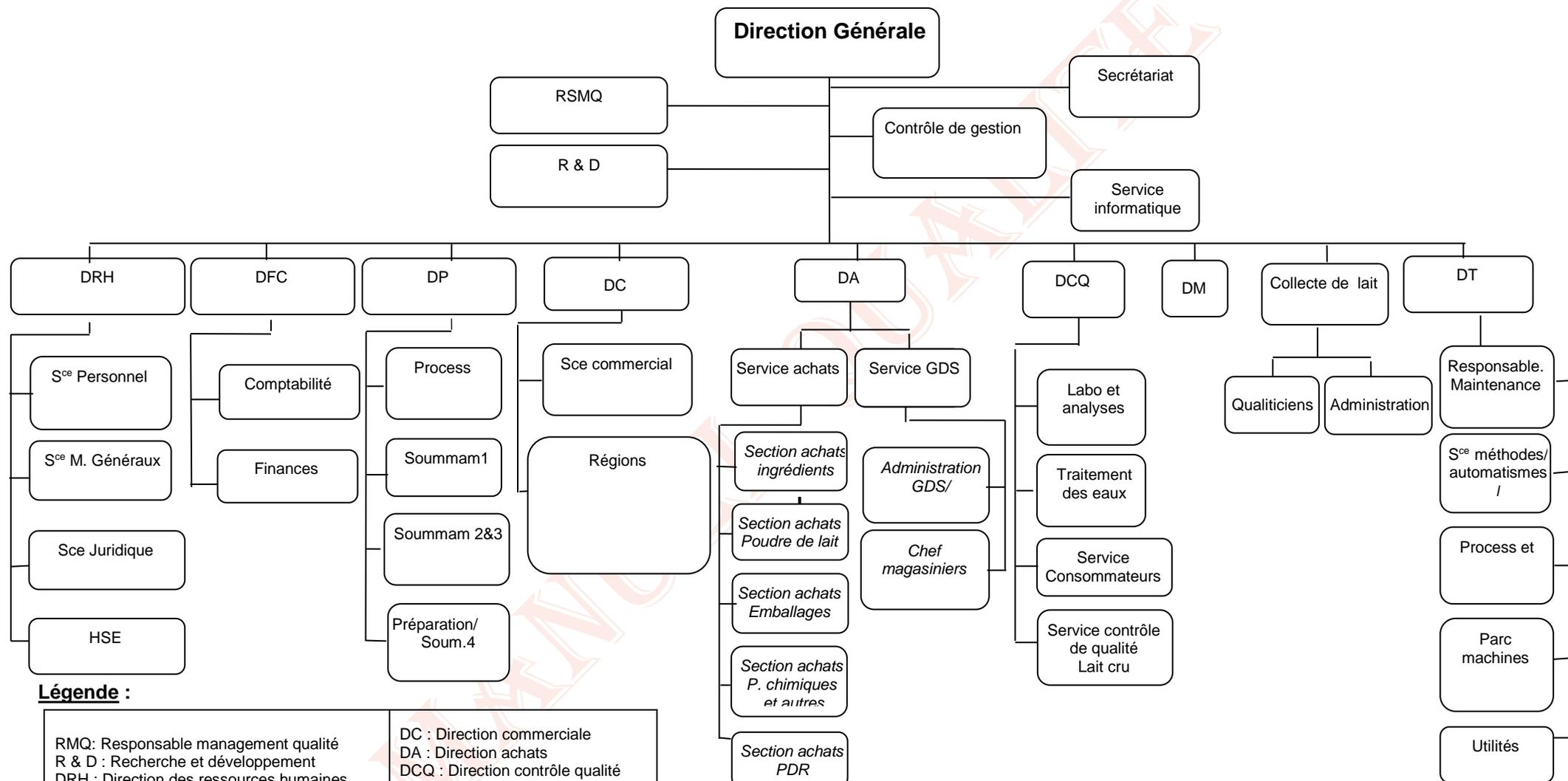
Dispose d'un parc machine de près de 30 lignes de production.

IV-Collecte de lait :

Depuis 2009, la laiterie Soummam s'est lancée dans un ambitieux programme de collecte de lait frais :

- Plus de 40 centres régionaux de collecte sont opérationnels à ce jour,
- Quelques 4000 éleveurs livrent leur production à Soummam,
- 9000 génisses ont été distribuées aux éleveurs,
- Avec 500 000 litres collectés par jour, Soummam s'érige en leader national de la collecte de lait frais en Algérie.

ORGANIGRAMME DE LA LAITERIE SOUMMAM



Légende :

RMQ : Responsable management qualité	DC : Direction commerciale
R & D : Recherche et développement	DA : Direction achats
DRH : Direction des ressources humaines	DCQ : Direction contrôle qualité
DFC : Direction finances/comptabilité	DM : Direction marketing
DP : Direction production	DT : Direction technique
	GDS : gestion des stocks

Annexe II

Tableau XVI : Table du nombre le plus probable (NPP) de Mac Grady pour une série de trois tubes (Guiraud, 1998).

Nombre Caractéristique	Nombre de Cellules	Nombre Caractéristique	Nombre de Cellules
000	0,0	222	3,5
001	0,3	223	4,0
010	0,3	230	3,0
011	0,6	231	3,5
020	0,6	232	4,0
100	0,4	300	3,0
101	0,7	301	3,5
102	1,1	302	4,0
110	0,7	310	2,5
111	1,1	311	4,0
120	1,1	312	11,5
121	1,5	313	16,0
130	1,6	320	9,5
200	0,9	321	15,0
201	1,4	322	20,0
202	2,0	323	30,0
210	1,5	330	25,0
211	2,0	331	45,0
212	3,0	332	110
220	2,0	333	140
221	3,0		

Annexe III

Tableau XVII: Différents réactifs utilisés et leurs fonctions durant l'analyse (Document de l'entreprise)

Réactifs	Fonction
Clining 5	Ce réactif est la solution de nettoyage utilisée pour nettoyer le puits d'injection et la cellule de mesure entre chaque analyse
ChemChrome V26	Ce réactif est le substrat de viabilité
ChemSol B24	Ce réactif est le tampon de marquage
Diluant II + CSR + Isored	-Ce réactif est utilisé pour dissoudre le CSR -Le CSR est dissout dans le diluant II juste avant utilisation. Le mélange de ces réactifs est utilisé comme solution réductrice de la fluorescéine libre - Ce réactif est utilisé pour empêcher l'oxydation de la solution réductrice
CS26A + CS26B	-Le réactif CS26A est utilisé pour masquer les particules auto-fluorescentes et valider les analyses (présence de bille fluorescente dans la solution) -Le réactif CS26B est utilisé pour optimiser l'étape de marquage. Il doit être dilué dans le réactif CS26A. Le mélange CS26A+CS26B forment une solution stable pour le test
ChemSol S	Ce réactif est utilisé comme liquide vecteur et de nettoyage au niveau de préparateur d'échantillon si applicable et comme liquide de gaine pour l'analyseur. Le liquide de gaine permet d'obtenir le flux laminaire nécessaire pour l'analyse dans la cellule de mesure

Annexe IV

Appareillages et réactifs

I- Partie physico-chimique

1. pH :

- pH-mètre.
- Becher de 250ml.
- la solution KCL
- 02 solutions étalons (pH=4, pH=7).
- Eau distillée.

2. taux d'humidité :

- coupelle
- une étuve ventilée
- dessiccateur
- spatule.

3. la matière grasse :

- Butyromètre
- Eau distillée
- Acide sulfurique H₂SO₄
- Alcool iso-amylique
- Un chiffon
- Centrifugeuse

4. l'acidité titrable

- la soude 0.1N
- burette
- bécher en plastique
- la solution d'hydroxyde de sodium (1/10N)
- seringue

5. la teneur en azote par la méthode KJELDAL

- hotte chimique
- tube de minéralisation
- 02 comprimés kjeltabs
- 15 ml d'acide sulfurique

- collecteur de fumées
- le scrubber
- minéralisateur
- 0,85g de saccharose
- eau distillé
- distillateur
- Erlen Mayer
- acide borique coloré
- la soude à 40%
- acide chlorhydrique à 0,1N

6. titre Hydrotimétrique TH :

- le noir Erichrome T
- Ethylène Diamine Titra Acétique
- Erlen Mayer
- solution tampon pH =10
- burette

7. titre alcalimétrique(TA) :

- bécher de 100 ml
- Erlen Mayer
- solution alcoolique phénolphtaléine
- acide H₂SO₄ (0,02N)
- burette

8. titre alcalimétrique complet(TAC) :

- méthyl orange
- bécher de 100 ml
- Erlen Mayer
- solution alcoolique phénolphtaléine
- acide H₂SO₄ (0,02N)
- burette

9. chlorures (méthode de MOHR) :

- Erlen Meyer
- l'indicateur coloré de K₂CrO₄

- nitrate d'argent(AgNO_3) à 0,002N

- burette

10. Test ramsdell :

- tubes à essai

- solution de phosphate mono potassium (KH_2PO_4)

- bain marie

- boîte pétri

11. Test d'alcool :

- tube à essai

- alcool de 70° et de 75°

- boîte de pétri

12. Test d'ébullition :

- tube à essai

- bain d'eau

13. Densité, extrait sec, matière grasse, taux de protéine :

- l'appareil Milkoskan FT01

- bécher de 100 ml

II. Partie microbiologique

1. Germes Totaux :

- solution de Ringer

- diluant TSE

- boîtes de pétri

- pipette stérile

- gélose PCA

-Bec Bunsen

-Etuve

2. coliformes :

- diluant tryptone sel eau

- milieu sélectif (BLBVB)

- Bec Bunsen

- Etuve

- tubes à essai

- cloches de Durham

3. Clostridium sulfite réducteur :

- tubes stériles
- gélose viande fois (VF),
- Bec Bunsen
- Etuve

4. Salmonelles :

- flacon de 250ml
- eau peptoné tamponné
- bouillon Muller Kauffmann
- pipette pasteur
- une anse de platine
- deux boîte de pétri
- milieu sélectif Hiktoen
- milieu sélectif BPLS
- Bec Bunsen
- Etuve

5. Test d'antibiotique :

- gélose contenant un indicateur de pH et de Bacillus Stéaro thermophilus.
- incubateur
- ampoule SP-NT
- seringue
- embout

6. Coliformes Totaux, Streptocoques Fécaux, Pseudomonas :

- Rampe de filtration
- boîtes de pétri
- Milieu TTC
- Milieu Slanets et Bartley
- Milieu Cétrimide
- deux becs benzène
- trois entonnoirs
- membrane filtrant stérile

Résumé

Le lait est un aliment complet et équilibré, ce qui signifie qu'il constitue un excellent milieu de culture pour les microorganismes. Pour cela, un traitement thermique UHT suivi d'un conditionnement aseptique sont appliqués sur le lait afin de détruire les microorganismes et d'obtenir un aliment de longue conservation.

Pour évaluer la qualité du lait UHT, une série d'analyse physico-chimiques et microbiologiques allant de la matière première jusqu'au produit fini, en passant par différents stade de fabrication sont effectuées.

Les résultats d'analyses obtenus montrent que le lait UHT est stérile et conforme aux normes de l'entreprise ainsi que les normes du J.O.R.A. Cette conformité révèle une bonne maîtrise de processus de fabrication du lait UHT, l'utilisation d'une matière première de haute gamme et de meilleure qualité, et les mesures d'hygiène.

Mots clés : Lait UHT, qualité, analyse physicochimiques, analyses microbiologique, traitement thermique, conditionnement aseptique

Abstract

Milk is complete and balanceal food, which means that it constitutes an excellent area for the culture of micro-organisms. For this, a thermic treatment (UHT) followed by an aseptic presrevation which are applied on the milk in order to get nid of the micro-organisms and obtain a food that can be preserved for a log time.

To assess the quality of UHT milk, a serie of physic-chemical and microbiologic analyzes from the raw meterial to the end product, through various stages of production are carried out.

The analyses results obtained show that the UHT milk is sterilised and conformable to the standard of the firm, and to the J.O.R.A norms, too.This up to standard reveals a good command of the process of manufacturing an UHT milk, the use of a raw material of high gamma and better quality and the sanitary measures.

Key words : UHT milk, quality, physic-chemical analyses, microbiologic analyses, thermic treatment, aseptic presrevation