

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 des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Sciences Alimentaires
Option : Industrie Laitière



Réf :

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

MASTER

Thème

**Qualité du lait et produits laitiers de la
laiterie HAMMADITES**

Présenté par :

GHERBI Dahia

Soutenu le : **18 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

Mme BERKATI S.

Mme AIDLI A.

Melle TOUATI N.

MAA

MAA

MAA

Président

Examineur

Encadreur

Année universitaire : 2016 / 2017

Remerciement

Je remercie Dieu tout-puissant et qui m'a donné la volonté, la patience et le courage de réaliser ce travail.

Je témoigne mes reconnaissances à mon encadreur :

M^{lle}. TOUATI. N

Mes remerciements les plus sincères s'adressent aussi aux membres du jury :

- *M^{me}. BERKATI. S*
- *M^{me}. AIDLI. A*

Tous mes enseignants.

Ma famille et mes ami(es)

Tout le personnel de l'unité HAMMATIDES d'elkseur

Tout le personnel du laboratoire BREVOLAB

Enfin, je dis merci à toutes les personnes qui ont aidé de près

ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes chers parents

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

À mes deux frères et ma sœur

À mes chers amis (es)

À tous mes collègues de la promotion

Sans oublier surtout mon encadreur

M^{lle}. TOUATI. N

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux et des figures

Introduction 01

Partie théorique : Lait et produits laitiers

I. Le lait	02
I.1. Définition	02
I.2. Composition et propriétés physicochimiques du lait	03
I.3. Propriétés organoleptiques	03
I.4. Valeur nutritionnelle	04
I.5. Microbiologie du lait	04
I.5.1. Flore originelle du lait	04
I.5.2. Flore de contamination	05
II. Produits laitiers	05
II.1. Lait fermentés	05
II.1.1. L'ben	05
II.1.2. Yaourt	07
III. Matière grasse laitière	09
III.1. Crème	09
III.2. Beurre	10

Partie pratique : Matériel et méthodes

I. Echantillonnage	12
I.1. Poudre du lait et amidon	12
I.2. Eau de process	12
I.3. Arômes	12
I.4. Produits finis	12
II. Analyses physico-chimiques	12
II.1. Matières premières	12
II.1.1. Poudre du lait	12
II.1.2. Eau de process	14
II.2. Les produits finis	17
II.2.1. Lait entier pasteurisé	17
II.2.2. Lait fermentés	19
II.2.3. Beurre	19
III. Analyses microbiologiques	22
III.1. Préparation des dilutions	22
III.1.1. Poudre du lait, amidon et arôme	22
III.1.2. Yaourt et l'ben	23
III.1.3. Lait entier pasteurisé	23
III.1.4. Beurre	23
III.2. Germes recherchés dans les différents produits analysés	23
III.2.1. Dénombrement des germes aérobies	23
III.2.2. Recherche des coliformes totaux	23
III.2.3. Recherche des clostridium sulfite-réducteurs	24

III.2.4. Recherche des Salmonelles	24
III.2.5. Recherche des levures et moisissures	24
III.2.6. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	24

Résultats et discussion

I. Résultats d'analyses physico-chimiques	29
I.1. Discussion des résultats	30
I.1.1. Eau de process	30
I.1.2. Poudre du lait	30
I.1.3. Lait entier pasteurisé	31
I.1.4. Yaourt	31
I.1.5. L'ben	32
I.1.6. Beurre	32
II. Résultats d'analyses microbiologiques	34
II.1. Discussion des résultats	35
II.1.1. Germes aérobies	35
II.1.2. Coliformes totaux et fécaux	36
II.1.3. Clostridium sulfito-réducteurs	36
II.1.4. Streptocoques fécaux	36
II.1.5. Staphylococcus aureus et Salmonelles	37
II.1.6. Levures et moisissures	37
Conclusion	38
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

°D : Degré Dornic

°F : Degré Français

BCP : Pourpre de bromocrésol

BCPL: Bouillon Lactosé au pourpre de bromocrésol

D/C: Double concentrer

EDTA : Ethylène diamine tétraacétique

EPS: Exopolysaccharides

EST : Extrait sec totale

FAO: Food and Agriculture Organization

FTAM : Flore totale aérobies mésophile

GC: Giolitti Contoni

IP : Indice de peroxyde

J.O.R.A : journal officiel de la république algérienne

KI : Iodure de potassium

MG : Matière grasse

MSNG : Matière sèche non grasse

NEP : Nettoyage En Place

NET : Noir Erichrome T

NIE : Norme interne d'entreprise

OGA: Agar glucosé à l'oxytétracycline

PCA : Plate Cout Agar

S/C : Simple concentrer

SFB : Bouillon sélénite céstéiné tamponné

SM : Solution mère

TA : Titre alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Titre hydrométrique

VF : Viande foie

VRBL : Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Liste des tableaux et des figures

Tableau I : Composition générale du lait de vache	02
Tableau II : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache	02
Tableau III : Valeurs moyennes des principaux constituants du l'ben	06
Tableau IV : Composition physico-chimique du l'ben	06
Tableau V : Composition chimique du yaourt	07
Tableau VI : Composition moyenne de la crème fraîche	09
Tableau VII : Composition moyenne pour 100g de beurre	10
Tableau VIII : Modes opératoires des germes recherchés dans les différents produits de la laiterie	25
Tableau IX : Résultats des analyses physico-chimiques	29
Tableau X : Résultats des analyses microbiologiques	34

Figure 01: Schéma illustrant des interactions de *S. thermophilus* et *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* en culture mixte dans le lait08

Liste des figures en annexes

Figure 01 : Diagramme de fabrication du lait entier pasteurisé au niveau de la laiterie «HAMMADITES»

Figure 02 : Diagramme de fabrication du l'ben au niveau de la laiterie «HAMMADITES»

Figure 03 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé aromatisé au niveau de la laiterie «HAMMADITES»

Figure 04 : Diagramme de fabrication du beurre cru au niveau de la laiterie «HAMMADITES»

Figure 05 : Table de Mac Grady

Figure 06 : Méthode du dénombrement des Coliformes par le nombre le plus probable (NPP)

Le lait et les produits laitiers ; du fait de leurs qualités nutritionnelles, organoleptiques et spécifiques ; sont recommandés à tous les âges correspondants à leurs besoins différents, leur teneur élevée en calcium, source excellente de protéines de haute valeur biologique et de vitamines (**Vignola, 2002**).

Le lait est un substrat très riche fournissant à l'homme et aux jeunes mammifères un aliment presque complet (**Larpent, 1997**). Pour cela les industries agroalimentaires du lait utilisent des techniques de reconstitution et de recombinaison pour mettre en œuvre un lait proche du lait cru, qui est le lait pasteurisé.

Les laits fermentés sont des produits laitiers obtenus par une fermentation essentiellement lactique qui aboutit à l'acidification et à la coagulation du lait. Ces produits ont rapidement gagné de l'intérêt du fait de leurs caractéristiques organoleptiques agréables (fraîcheur, acidité et onctuosité) (**Tamime et Robinson, 1985**).

Le yaourt par lui-même en plus de son importance nutritionnelle a été identifié pendant longtemps en tant que nourriture saine due à l'action bénéfique de ses deux bactéries vivantes (*Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) (**Tamime et Robinson, 1985**). C'est un produit apprécié pour son goût et sa texture, consommé la plupart du temps comme dessert, même par les sujets intolérants au lait (**Jeantet et al., 2008**).

Le l'ben lui aussi est un lait fermenté acidifié, c'est une boisson rafraichissante très consommée dans les pays du Maghreb (Algérie, Maroc...). Après être resté longtemps un produit traditionnel, le l'ben connaît un développement considérable et il est fabriqué au niveau industriel.

La matière grasse du lait de vache est un mélange extraordinairement complexe par la diversité de ses molécules (**Mathieu, 1998**), elle constitue une source d'énergie et d'acide gras essentiels. (**Mahaut et al., 2000**).

Ces produits laitiers ont une place importante dans notre régime alimentaire, c'est pour cela qu'ils doivent répondre à des critères hygiéniques afin de protéger la santé du consommateur et de garantir des qualités nutritionnelles et organoleptiques supérieures.

L'objectif du travail effectué au niveau de la laiterie HAMMADITES est porté sur l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait entier pasteurisé, du l'ben, du yaourt brassé aromatisé et du beurre cru, à partir de leurs matières premières (poudre du lait, eau de process, arômes et amidon) jusqu'aux produits finis, permettant ainsi de déterminer les causes et les origines des altérations pouvant apparaître dans ces produits.

I. Le lait

I.1. Définition

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1908, lors du premier congrès international pour la répression des fraudes alimentaires, comme « produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli, proprement et ne pas contenir de colostrum » (**Larpent, 1997**).

Selon le journal officiel de la république démocratique algérienne, la dénomination « Lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique (**J.O.R.A, 1993**).

I.1.1. Lait reconstitué

Le lait reconstitué est obtenu par mélange d'eau et de lait en poudre. Le lait reconstitué est dit écrémé, en cas d'utilisation de lait en poudre écrémé extra-grade c'est-à-dire titrant de 1,25% de matière grasses; entier, en cas d'utilisation de lait en poudre titrant au moins 26% de matière grasses (**J.O.R.A, 1993**).

I.1.2. Lait en poudre

On entend par lait en poudre ou lait déshydraté ou lait sec, le produit solide obtenu directement par élimination de l'eau du lait (**J.O.R.A, 1993**).

Le lait en poudre se présente sous l'aspect d'une poudre de couleur blanche ou légèrement crème, homogène ne contenant pas d'impuretés, de grumeaux ni de parcelles colorées (**J.O.R.A, 1998**).

Il y'a principalement deux types de poudre de lait commercialisées qui sont la poudre du lait écrémé et la poudre du lait entier.

I.1.3. Lait pasteurisé

Le lait pasteurisé est un lait soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction de la presque totalité de la microflore banale, et la totalité de la flore pathogène, sans toutefois affecter la structure physicochimique du lait, sa constitution, son équilibre chimique, ses enzymes et ses vitamines (**J.O.R.A, 1993**).

I.2. Composition et propriétés physicochimiques du lait

Le lait est un mélange liquide de nombreuses substances dont certain tel le lactose et les caséines n'appartiennent qu'à lui (**Mathieu, 1998**). En effet, le lait est un produit complexe dont la composition en glucides, protéines, sels minéraux est remarquablement équilibré, par contre, il présente un déficit en fer assimilable, et contient peu de vitamine C (**Alais et Linden, 1997**).

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

Constituants majeurs	Variations 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

Les propriétés physicochimiques caractérisant le lait et leurs valeurs sont représentées dans le tableau II.

Tableur II : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (**Alais, 1984**)

Caractéristiques	Valeurs
Densité à 20 °C	1,028 – 1,033
Densité de matière grasse	0,94 – 0,96
Acidité Dornic °D	15°D - 17°D
Point de congélation	-0,52 °C -0,55 °C
Point d'ébullition	100,15 °C - 100,17 °C
pH à 20 °C	6,6 – 6,8

I.4. Propriétés organoleptiques

I.4.1. Couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**Fredot, 2005**)).

I.4.2. Odeur

L'odeur est caractéristique du lait du fait de la matière grasse qu'il contient, fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette) (**Vierling, 2003 b**).

I.4.3. Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait à suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

I.5. Valeur nutritionnelle

Le lait contient presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune mammifère. Un litre de lait d'origine bovine contient environ 50g de lactose, 32g de protéines et 40g de matière grasse. Le potentiel énergétique d'un litre de lait est respectivement de 2720 KJ, 2090 KJ et 1460 KJ suivant qu'il est entier, demi-écrémé ou écrémé.

Le lait n'est cependant pas un aliment complet, car carencé en fer et acides aminés soufrés (méthionine, cystéine). Il contient des protéines riches en résidus d'acides aminés essentiels et des minéraux d'intérêt nutritionnel (calcium et phosphore) sous forme organique et minérale facilement assimilable par l'organisme (**Jeantet et al., 2008**).

I.6. Microbiologie du lait

Le lait est de par sa composition, il est un substrat très favorable au développement des microorganismes (**Guiraud, 1998**).

I.6.1. Flore originelle du lait

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10³ germes/ml). Il s'agit essentiellement de germes saprophytes du pis et des canaux galactophores : microcoques mais aussi streptocoques lactiques (*Lactococcus*) et lactobacilles. Le lait cru est protégé contre les bactéries par des

substances inhibitrices appelées « lacténines » mais leur action est de très courte durée (1 heure environ) (**Guiraud, 1998**).

I.6.2. Flore de contamination

Le lait se contamine par des apports microbiens d'origine diverses :

- fèces et téguments de l'animal: coliformes, entérocoques, clostridium, éventuellement entérobactéries pathogènes (*Salmonella, Shigella, Yarsinia*)... etc ;
- sol : *Streptomyces, Listeria*, bactéries sporulées, spores fongiques, ...etc ;
- litières et aliments : flore banale variée, en particulier lactobacilles, Clostridium butyriques (ensilages).
- nair et eau : flores diverses dont *Pseudomonas*, bactéries sporulées, etc ;
- équipement de traite et de stockage du lait: microcoques, levures et flore lactique avec lactobacilles, streptocoques (*Streptococcus, Lactococcus, Entérocooccus*), Leuconostoc, etc. Cette flore est souvent spécifique d'une usine ;
- manipulateurs: staphylocoques dans le cas de traite manuelle, mais aussi germes provenant de contamination fécale (**Guiraud, 1998**).

II. Produits laitiers

II.1. Laits fermentés

La dénomination «lait fermenté» est réservée au produit laitier préparé avec des laits écrémés ou non, ou des laits concentrés ou en poudre écrémé ou non, enrichis ou non en constituants du lait, ayant subi un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation (90 à 94°C / 5 à 7 minutes),ensemencés avec des micro-organismes appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit. La coagulation ne doit pas être obtenue par d'autres moyens que ceux qui résultent de l'activité des micro-organismes utilisés (**Luquet, 1985**).

II.1.1. L'ben

II.1.1.1. Définition

Le l'ben est issu d'une fermentation spontanée du lait cru jusqu'à coagulation, suivie d'un mouillage, puis un barattage, permettant de recueillir une part plus ou moins importante de matière grasse sous forme de beurre (**Tantaoui-Elaraki et al., 1983 a**).

Le L'ben est produit également à l'échelle industrielle. C'est un lait pasteurisé fermenté.

L'acidification est provoquée par ensemencement des ferments lactiques mésophiles. Le lait qui sert à la préparation du L'ben est reconstitué. Il subit une pasteurisation à 84°C pendant 30 secondes, puis refroidi à 22°C et ensemencé de levain lactique (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

II.1.1.2. Composition du l'ben

La composition du l'ben est variable selon la composition du lait dont il provient. Sa composition moyenne est illustrée dans le tableau III.

Tableau III: Valeurs moyennes des principaux constituants du L'ben (**Tantaoui-Elaraki et al., 1987**)

Constituants	Valeurs
Protéines totales	25,6 g/l
Lactose	26,9 g/l
Graisse	8,9 g/l
Matière sèche totale	89 g/l

II.1.1.3. Propriétés physico-chimiques du l'ben

Les paramètres physico-chimiques vérifier pour contrôler la qualité du l'ben sont les mêmes que ceux du contrôle de la qualité du lait, à part la densité.

Tableau IV : Composition physico-chimique du l'ben (**Tantaoui-Elaraki et al., 1983 b**).

Paramètre	Valeurs
pH	4,4
Acidité Dornic (°D)	75
Matière grasse (g/l)	9,6
Extrait sec (g/l)	87,9

II.1.1.4. Microbiologie du l'ben

Les bactéries lactiques du genre *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Streptococcus* ont été identifiés dans le l'ben (**Mongensen, 1993**).

Les espèces *Lactococcus* et *Leuconostoc* sont prédominantes dans le l'ben (**Tantaoui-Elaraki et al., 1983 a. Tantaoui-Elaraki et al., 1983 b**).

Les bactéries lactiques mésophiles sont responsables de la fermentation lactique et du développement de l'arôme dans le yaourt, elles peuvent atteindre 10 UFC/ml (**Tantaoui-Alaraki et al., 1983 a. Tantaoui-Elaraki et al., 1983 b**).

II.1.2. Yaourt

II.1.2.1. Définition

Selon le Codex alimentarius et la FAO (Food and Agriculture Organization, 1975), le yaourt est un « produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait (pasteurisé, concentré, partiellement écrémé enrichi en extrait sec) ». Les bactéries dans le produit fini doivent être vivantes et présentes en abondance. Ces produits doivent notamment être maintenus jusqu'à leur consommation à une température comprise entre 0 et 6°C pour que les bactéries lactiques restent vivantes (**Luquet et Carrieu, 2005**).

II.1.2.2. Composition chimique

La composition d'un yaourt nature est illustrée dans le tableau V, cette composition est exprimée par 100g du yaourt.

Tableau V : Composition d'un yaourt nature au lait partiellement écrémé (**Anonyme, 1997**).

Constituants	Pour 100g
Protéines (g)	4,3
Lipides (g)	1,2
Glucides (g)	5
Valeur énergétique (kj)	201
Calcium (mg)	148

II.1.2.3. Les ferments du yaourt

Ce sont des bactéries lactiques homofermentaires, micro-aérophiles et thermophiles dont la température optimale de développement se situe de 37 à 46°C pour *S. thermophilus* et de 42 à 50°C pour *Lb. Bulgaricus*. Ils confèrent un caractère plus ou moins filant au produit par production d'exopolysaccharides (EPS) en quantité variable selon les souches, la composition du mélange et les paramètres (durée, température) de fermentation (**Mahaut et al., 2000**).

Les deux espèces microbiennes vivent en symbiose et il existe une synergie entre les deux bactéries qui porte sur une stimulation mutuelle (Figure 1).

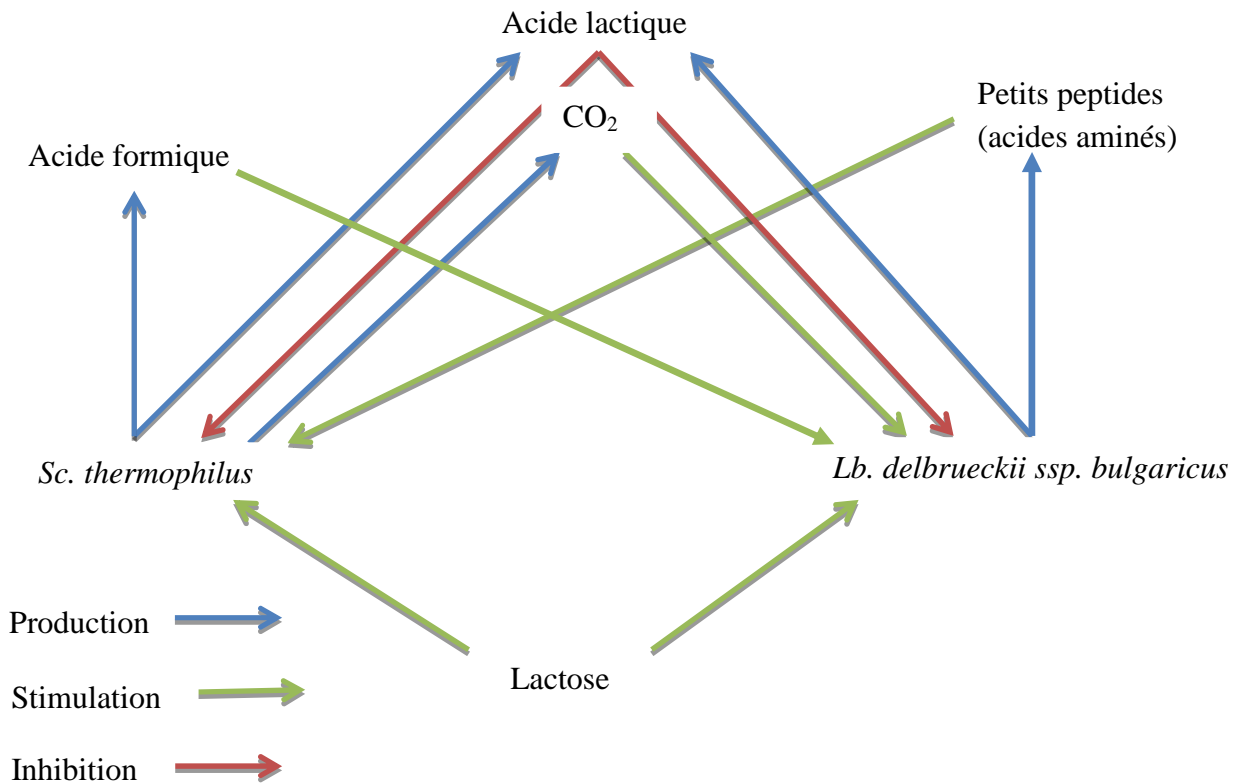


Figure 01: Schéma illustrant des interactions de *S. thermophilus* et *Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut et al., 2000).

II.1.2.4. Types du yaourt

Il existe deux types de yaourts :

- **Yaourts fermes**, dont la fermentation a lieu en pots : ce sont généralement les yaourts naturels et aromatisés;
- **Yaourts brassés**, dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement : c'est le cas des yaourts veloutés naturels ou aux fruits.

La fabrication de ces deux types de yaourts peut être réalisée soit à partir de lait entier, soit à partir de lait partiellement ou totalement écrémé (3,5% ; 1,0% ; 0,0% de MG) (Mahaut et al., 2000).

II.1.2.5. Aspect nutritionnel

Un pot de yaourt nature possède la même valeur nutritive qu'un verre de lait :

- protéines : 4 à 5 % ;
- lipides à un taux variable ;
- glucides : 5 à 20% selon qu'il soit nature ou sucré.

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications. Certaines de ces modifications en font un produit de meilleure valeur nutritionnelle que le lait.

La présence des bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une bonne assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase.

Le yaourt est plus digeste que le lait non fermenté et contient deux fois plus d'acides aminés libres, cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification, et de l'activité protéolytique des bactéries (**Jeantet et al., 2008**).

III. Matière grasse laitière

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0,1 à $10 \cdot 10^{-6}$ m et est essentiellement constituée de triglycérides (98%) (**Jeantet et al., 2008**).

III.1. Crème

III.1.1 Définition et composition

La crème est le produit fluide plus ou moins riche en matière grasse qui se présente sous la forme d'une émulsion du type grasse-dans-lait écrémé et qui a été obtenue en la séparant physiquement du lait (**FAO, 2007**).

La dénomination « crème » est réservée aux produits dont la teneur en matière grasse est supérieure ou égale à 30% (Tableau V) (**Jeantet et al., 2008**).

Tableau VI : Composition moyenne de la crème fraîche à 30% de MG (**Jeantet et al., 2008**).

Matière grasse	30%
Lactose	3,1%
Protéines	2,3%
Minéraux	0,5%
Calcium	90 mg / 100g
Eau	59%

III.2. Beurre

III.2.1. Définition et composition

La dénomination «beurre» est réservée au produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenu par des procédés physiques et dont les constituants sont d'origine laitière. Les termes de matières grasses laitières ou butyriques sont réservés aux lipides du lait (Vierling, 2003 a).

Tableau VII : Composition moyenne pour 100g de beurre (Apfelbaum et al., 2009).

Composants	Valeurs
Energie	3155 K joules, 755 K Calorie
Lipides	83 g dont :
Acides gras saturés	52,6 g
Acides mono-insaturés	23,5 g
Acides gras polyinsaturés	2 g
Protéines	1 g
Glucides	1 g
Eau	15 g
Cholestérol	250 mg
Vitamine A	900 µg à 1 mg
Vitamine D2	5 µg

III.2.3. Qualité nutritionnelle

Les lipides du beurre sont des glycérides possédant :

-65 % d'acides gras saturés ;

-35 % d'acides gras insaturés.

15 % d'acides gras sont à chaîne courte et moyenne particulièrement digestes et 3 % à 5% des acides gras poly-insaturés essentiels (acide linoléique et linoléique). Le beurre est la seule matière grasse qui apporte de la vitamine A en quantité notable (une ration journalière de 24 g couvre environ 30 % des besoins en vitamine A). Son faible point de fusion le rend digeste : un temps de séjour dans l'estomac plus faible que celui des autres matières grasses animales et une vitesse d'absorption plus grande (Jeantet et al., 2008).

III.2.2. Quelques dénominations du beurre

- Le beurre cru ou de crème crue est issu de crème n'ayant pas subi de traitement thermique.
- Le beurre fin ne doit pas contenir plus de 30% de matières grasses congelées ou surgelées.
- Le beurre de cuisine ou beurre cuisinier contient au minimum 96% de MG.
- Le beurre concentré contient au moins 99,8% de MG.
- Le beurre demi-sel contient entre 0,5 et 3% de sel.

Le beurre salé présente une teneur en sel supérieure à 3%. (**Jeantet et al., 2008**)

III.2.5. Caractéristiques organoleptiques

Selon la saison, le gout, la texture et la couleur du beurre, les caractéristiques organoleptiques changent. Un beurre de printemps fait avec du lait de vaches nourries à l'herbe, aura plus d'arôme et une texture plus tartinable. De même, un beurre de printemps sera jaune pâle tandis qu'un beurre d'hiver sera blanc. Aussi, la texture du beurre se fait en fonction des rapports entre la matière grasse liquide et la matière grasse solide (**Cossut et al., 2002**).

III.2.6. Coproduits de la beurrerie

La fabrication du beurre à partir de crème génère les coproduits suivant :

➤ **Babeurre**

C'est un liquide blanchâtre extrait de la baratte ou du butyrateur lors de l'inversion de phase. Sa composition est voisine de celle du lait écrémé (**Jeantet et al., 2008**).

➤ **Eaux de lavage du beurre**

L'eau du premier lavage du grain de beurre est intéressante à recycler, puisque son extrait sec est de l'ordre de 1 à 2 % et le volume voisin de celui du babeurre (**Jeantet et al., 2008**).

I. Echantillonnage

I.1. Poudre du lait et amidon

L'échantillonnage s'effectue à chaque nouvel arrivage. Le prélèvement de la poudre (0% et 26%) et de l'amidon se réalise à l'aide d'une spatule stérilisée dans des sachets en plastique, environ 500g. Les analyses sont portées sur un seul échantillon.

I.2. Eau de processus

Après avoir nettoyé le robinet et les mains avec de l'alcool, et après un temps d'écoulement du robinet, les prélèvements sont réalisés dans deux flacons de 250ml préalablement stérilisés. Les analyses physico-chimiques et microbiologiques sont portées sur un seul échantillon.

I.3. Arômes

L'échantillonnage s'effectue à chaque nouvel arrivage. Le prélèvement de l'arôme est effectué directement à partir de son récipient, l'ouverture de ce dernier est désinfectée avec de l'alcool puis transférer une quantité dans un flacon préalablement stérilisé. Les analyses microbiologiques sont portées sur un seul échantillon.

I.4. Produits finis

Le prélèvement des échantillons des produits finis est réalisé à chaque production et sur chaque lot. Les analyses physico-chimiques sont portées sur un seul échantillon et les analyses microbiologiques sur 5 échantillons, à part le lait entier, un seul échantillon est prélevé.

II. Analyses physico-chimiques

II.1. Matières premières

II.1.1. Poudre du lait

II.1.1.1. Mesure du pH (NF V04-350)

➤ Principe

Le principe de la mesure du pH est le même pour toutes les analyses. La mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre à une température avoisinant les 20°C. Elle est basée sur une réaction mettant en jeu les ions H_3O^+ libres d'une solution (**Amiot et Britten, 2002**).

➤ **Mode opératoire**

Mélanger dans un bécher 3g d'échantillon avec 30ml d'eau distillée et mesurer le pH à 20°C.

➤ **Expression des résultats**

Lire la valeur du pH après la stabilité de l'affichage sur l'écran du pH mètre.

II.1.1.2. Détermination de l'acidité titrable (NF V04-349)

➤ **Principe**

Le principe est basé sur un titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium (NaOH 0,111 N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

➤ **Mode opératoire**

Dans un bécher, introduire 2g de poudre du lait et 20ml d'eau distillée, puis mettre sous agitation, ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine et titrer avec la soude jusqu'au pH= 8,3.

➤ **Expression des résultats**

L'acidité en degré Dornic est donnée par la formule :

$$\text{Acidité (°D)} = C_b * N_{\text{NaOH}} * M_{\text{Ac.lactique}} / V_e * 10$$

C_b : chute de la burette

V_e : volume de l'échantillon

$M_{\text{Ac.lactique}} = 90\text{g/mol}$

II.1.1.3. Détermination de la teneur en MG (GERBER- ISO 1211)

Ce protocole décrit la méthode acido-butyrométrique de GERBER utilisée pour le contrôle de matière grasse contenue dans les produits.

➤ **Principe**

Cette méthode est basée sur la dissolution des composants du lait par l'acide sulfurique à l'exception de la matière grasse qui se sépare sous l'influence de la centrifugation et grâce à l'adjonction d'une petite quantité d'alcool iso-amylque permettant la séparation de la phase aqueuse et la phase lipidique.

➤ **Mode opératoire**

Introduire dans un butyromètre 10ml d'acide sulfurique, 2,5g de poudre du lait dissout dans 8ml d'eau distillée et 1ml d'alcool iso-amylque. Placer le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 5 à 10min.

➤ **Expression des résultats**

La lecture se fait directement sur l'échelle du butyromètre en pourcentage et on prend la moyenne de deux essais.

II.1.1.4. Mesure du taux d'humidité (NA 689)

➤ **Principe**

Dessiccation, à (103 ± 2) °C, d'une quantité déterminée de produit, jusqu'à masse constante.

➤ **Mode opératoire**

Peser 2g de poudre du lait dans une coupelle et la placer dans l'étuve à 103°C pendant 2h. Après étuvage retirer la coupelle et prendre son poids.

➤ **Expression des résultats**

La teneur en humidité est donnée par la formule suivante, et on prend la moyenne de deux essais :

$$H\% = \frac{(m_0 + m_e) - (m_0 + m_e)_f}{m_e} * 100$$

m_0 : masse de la coupelle vide

m_e : masse de l'échantillon

$(m_0 + m_e)_f$: masse de la coupelle après étuvage

II.1.2. Eau de process

II.1.2.1. Mesure du pH (NA 751)

➤ **Mode opératoire**

La mesure du pH se fait en plongeant la sonde du pH-mètre dans un bécher contenant une quantité d'eau à analyser.

II.1.2.2. Titre hydrométrique (TH) (NA 752)

Le titre hydrométrique de l'eau est la teneur en ions de calcium et de magnésium présents dans l'eau, qui sont responsables du dépôt de tartre, appelée également la dureté totale de l'eau. Elle est exprimée par la formule suivante : $TH = (Ca^{2+}) + (Mg^{2+})$.

➤ Principe

La dureté est déterminée par un titrage de Ca^{2+} et Mg^{2+} à l'aide d'une solution d'EDTA. Le Noir Erichrome T (NET), qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions calcium et magnésium est utilisé comme indicateur coloré. Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions Ca^{2+} combinés avec l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque le changement de couleur de la solution du rouge brique au violet puis au bleu.

➤ Mode opératoire

Introduire 50ml d'eau à analyser dans un Erlen Meyer et ajouter 2ml de la solution tampon ammoniacal (pH = 10) et une petite quantité du NET. Titrer avec l'EDTA (0,02 N) jusqu'au virage

➤ Expression des résultats

La dureté totale de l'eau est exprimée en degré Français (°F) selon la formule :

$$TH (°F) = C_b * N_{EDTA} / V_e * 1000$$

C_b : chute de la burette
 N_{EDTA} : normalité de l'EDTA
 V_e : volume de l'échantillon

II.1.2.3. Mesure du taux de chlorures (Cl⁻) (NA6362)

➤ Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré.

➤ Mode opératoire

Introduire 50ml d'eau à analyser dans un Erlen Meyer et ajouter quelques gouttes de chromate de potassium, titrer avec une solution $AgNO_3$ (0,02 N) jusqu'à l'apparition d'une couleur jaune orangée.

➤ **Expression des résultats**

La concentration des ions de chlore est donnée par l'expression suivante :

$$[\text{Cl}^-](\text{mg/l}) = C_b * N_{\text{AgNO}_3} * M_{\text{Cl}} / V_e * 1000$$

$M_{\text{Cl}} = 35,54 \text{ g/mol}$

II.1.2.4. Titre alcalimétrique (TA) (NF T 90-036)

Le titre alcalimétrique d'une eau permet de connaître sa concentration en carbonates (CO_3^{2-}) et en bases fortes, autrement dit son alcalinité. Ce titre se mesure en meq/l et en °F. L'alcalinité d'une eau est fortement liée à sa dureté et donc à son caractère corrosif et à sa capacité d'entartrage des canalisations.

➤ **Principe**

Un volume de l'eau est neutralisé par l'acide sulfurique en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphtaléine.

➤ **Mode opératoire**

Introduire 50ml d'eau à analyser dans un Erlèn Meyer et ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine, titrer avec une solution H_2SO_4 (0,02 N) jusqu'à la disparition de la coloration rose et la solution finale devient transparente.

➤ **Expression des résultats**

Le TA est donné par l'expression suivante :

$$\text{TA (meq/L)} = C_b * N_{\text{H}_2\text{SO}_4} / V_e * 1000$$

NB:

- Si la solution est transparente avant titrage, le TA est donc nul.
- Si le pH de l'eau est inférieur à 8,3, le TA est aussi nul.

II.1.2.5. Titre alcalimétrique complet (TAC) (NF T 90-036)

Le titre TAC exprime l'alcalinité totale de l'eau, il est utilisée pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates il a une importance fondamentale dans la connaissance de la capacité d'entartrage, son unité est le degré français (°F) ou meq.l^{-1} .

➤ **Principe**

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par une solution d'acide sulfurique en présence de méthyle orange.

➤ **Mode opératoire**

Introduire 50ml d'eau à analyser dans un Erlèn Meyer et ajouter quelques gouttes du méthyle orange, titrer avec une solution H₂SO₄ (0,02 N) jusqu'au virage de la couleur du jaune à l'orange.

➤ **Expression des résultats**

Le virage a lieu dès que tous les bicarbonates auront été transformés et le pH est de 4,3, ce qui implique la présence de traces d'acide dans la solution.

$$\text{TAC (meq/l)} = C_b * N_{\text{H}_2\text{SO}_4} / V_e * 1000$$

C_b : chute de la burette
N_{H₂SO₄} : normalité de l'EDTA
V_e : volume de l'échantillon

II.2. Les produits finis

II.2.1. Lait entier pasteurisé

II.2.1.1. Détermination du pH (NF V04-350)

Suivre le même mode opératoire de l'eau de process.

II.2.1.2. Détermination de l'Acidité titrable (NF V04-206)

➤ **Mode opératoire**

Introduire 11ml de lait dans un bécher, ajouter 3 à 4 gouttes de phénolphtaléine et titrer avec une solution NaOH (0,111 N) jusqu'à pH = 8,3.

➤ **Expression des résultats**

$$\text{Acidité (D}^\circ\text{)} = C_b * N_{\text{NaOH}} * M_{\text{Ac.lactique}} / V_e * 10$$

C_b : Chute de la burette.
M_{Ac.lactique} = 90g/mol
V_e : volume d'échantillon (11ml)

II.2.1.3. Détermination de la teneur en matière grasse (GERBER- ISO 1211)

➤ Mode opératoire

Dans un butyromètre, introduire 10ml d'acide H₂SO₄, ajouter 11ml du lait à analyser et 1ml d'alcool iso-amylque, placer le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 8min. La lecture se fait directement sur le butyromètre.

II.2.1.4. Détermination de l'extrait sec totale (EST) (NF V04-367)

➤ Principe

L'extrait sec total est mesuré au moyen d'un dessiccateur à rayonnement infrarouge, équipé d'un système de chauffage permettant l'évaporation ou l'élimination de l'humidité du lait.

➤ Mode opératoire

Poser une capsule dans le dessiccateur et peser 3g du lait puis étaler le sur toute la surface de la capsule. Appuyer sur le bouton démarrer.

➤ Expression des résultats

Le résultat s'affiche sur l'écran du dessiccateur en pourcentage.

II.2.1.5. Détermination de la densité

➤ Principe

La densité du lait est le rapport entre sa masse volumique et celle d'un même volume d'eau à 20°C. Elle est réalisée au moyen d'un thermo-lactodensimètre. Elle dépend de la teneur en matière sèche et en matière grasse.

➤ Mode opératoire

Remplir une éprouvette de lait à 20C° puis plonger le thermo-lacto-densimètre et le laisser se stabiliser.

➤ Expression des résultats

Sur le lactodensimètre on lit à la surface d'un côté la température et de l'autre la densité.

II.2.2. Laits fermentés

Les analyses physico-chimiques effectuées pour le yaourt et l'ben sont :

- Le pH à 20°C
- L'acidité titrable
- Teneur en MG
- Extrait sec totale (EST)

Les principes et les modes opératoires sont les mêmes que le lait entier pasteurisé.

II.2.3. Beurre

II.2.3.1. Détermination du « pH » de la phase aqueuse (ISO 7233)

➤ Mode opératoire

Faire fondre une quantité de beurre dans un bécher et récupérer ensuite la phase aqueuse afin de mesurer son pH avec le pH-mètre.

II.2.3.2. Détermination du point de fusion (NE.1.2.91/88)

➤ Principe

Déterminer la température de fusion du beurre sous l'effet de la chaleur, au moyen d'un thermomètre.

➤ Mode opératoire

Prendre un tube capillaire et le piquer dans le beurre (au minimum 1cm), le mettre au congélateur pendant 30min. Tenir le tube verticalement dans un bécher, remplis d'eau distillée, posé sur une plaque chauffante et remuer avec un thermomètre en attendant la fusion du beurre.

➤ Expression des résultats

Dès que le beurre commence à fusionner ce dernier monte légèrement dans le tube capillaire, à ce moment-là on retire le thermomètre et on note la température de fusion en °C.

II.2.3.3. Détermination de l'acidité et l'indice d'acide (NA.273/1990)

Acidité : Expression conventionnelle du pourcentage d'acides gras libres. Dans le cas du beurre elle est, par convention, exprimée en pourcentage d'acide oléique.

Indice d'acide : Nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres dans 1 g de corps gras.

➤ **Principe**

Mise en solution d'une prise d'essai dans un mélange de solvant, puis titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium.

➤ **Mode opératoire**

Faire fondre un échantillon de 10g dans un Erlen Meyer, ajouter 50ml d'éthanol et 5 à 6 gouttes de phénolphtaléine, titrer avec une solution d'hydroxyde de potassium (KOH 0,1 N) jusqu'au virage de la couleur au rose.

➤ **Expression des résultats**

L'acidité est exprimée en pourcentage et elle est égale à :

$$\text{Acidité (\%)} = C_b * N_{\text{KOH}} * M_{\text{Ac.oleique}} / m * 10$$

$$M_{\text{Ac.oleique}} = 282 \text{ g/mol}$$

L'indice d'acide peut être calculé de deux façons :

$$\text{Indice d'acide} = 2 * \text{Acidité}$$

$$\text{Indice d'acide} = c_b * N_{\text{KOH}} * M_{\text{KOH}} / m$$

$$M_{\text{KOH}} = 56,1 \text{ g/mol}$$

II.2.3.4. Détermination du taux de sel

➤ **Principe**

Il est basé sur le titrage des chlorures avec une solution de nitrate d'argent, en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré.

➤ **Mode opératoire**

Peser 1g de beurre et ajouter 100ml d'eau distillée bouillante, ajouter quelques gouttes de chromate de potassium et titrer avec une solution de nitrate d'argent (0,02 N) jusqu'au virage de la couleur du jaune au rouge brique.

➤ **Expression des résultats**

Le taux de sel est exprimé en pourcentage selon la formule :

$$\text{Taux de sel} = (V_1 - V_0) * N_{\text{AgNO}_3} * M_{\text{NaCl}} / m * 10$$

V_1 : chute de la burette du titrage de l'échantillon

V_0 : chute de la burette du titrage du blanc

$M_{\text{NaCl}} = 58,45 \text{ g/mol}$

II.2.3.5. Détermination de l'indice de peroxyde (IP) (NA.274/1990)

Indice de peroxyde est la quantité de produit présent dans l'échantillon, exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogrammes, oxydant l'iodure de potassium.

➤ **Principe**

Traitement d'une prise d'essai, en solution dans de l'acide acétique et du chloroforme, par une solution d'iodure de potassium, et titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'un indicateur coloré.

➤ **Mode opératoire**

Peser 3g de beurre et ajouter 10ml du chloroforme, 15ml d'acide acétique pure et 1ml d'une solution KI (iodure de potassium) saturée, agiter pendant une minute mettre à l'abri de la lumière 5min. Ajouter 75ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon et titrer avec une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,01N jusqu'à la disparition de la couleur. Faire un essai à blanc.

➤ **Expression des résultats**

L'indice de peroxyde (IP) est exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{IP (meq/kg)} = (V_1 - V_0) * N_{\text{Thio}} / m_e * 100$$

V_1 : volume de la solution étalon de thiosulfate de sodium utilisé pour la détermination, en millilitres.

V_0 : volume de la solution étalon de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc, en millilitres.

m_e : masse d'échantillon.

II.2.3.6. Détermination de la teneur en eau, matière sèche non grasse (MSNG) et matière grasse (MG) (ISO 3727-1977)

La détermination de la teneur en eau, MSNG et MG est réalisée sur la même prise d'essai.

➤ **Principe**

Teneur en eau : séchage d'une masse connue du beurre à $102 \pm 2^\circ\text{C}$, et détermination de la perte de masse par pesée.

Teneur en MSNG : extraction de la MG du beurre déshydratée à l'aide d'éther de pétrole ou d'hexane, et peser le résidu.

Teneur en MG : calcul de la teneur en MG par différence.

➤ **Mode opératoire**

Détermination de la teneur en eau

Les opérations qui suivent sont réalisées sur deux essais.

Peser 5g de beurre dans une capsule et la mettre dans une étuve maintenue à $102 \pm 2^\circ\text{C}$ et l'y laisser séjourner durant 2h.

Détermination de la teneur en MSNG

Introduire 15ml d'hexane dans la capsule contenant la matière sèche obtenue lors du dosage de l'eau, transférer le résidu dans un creuset filtrant et répéter 5 fois l'opération du lavage avec l'hexane. Sécher la capsule et le creuset à l'étuve maintenue à $102 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 30min.

➤ **Expression des résultats**

Les teneurs en eau (E), MSNG (S) et Matière grasse (MG) sont exprimées en pourcentage massique, selon les formules suivantes :

$$E = \frac{m_1 - m_2}{m_e} * 100$$

m_1 : masse en grammes de la prise d'essai et de la capsule avant séchage

m_2 : masse en grammes de la prise d'essai et de la capsule après séchage

m_e : masse en grammes de la prise d'essai

$$S = (m_4 - m_3) - (m_5 - m_0)$$

m_3 : masse en grammes du creuset vide

m_4 : masse en grammes du creuset contenant le résidu

m_5 : masse final en grammes du creuset après séchage

$$MG = 100 - (E + S)$$

III. Analyses microbiologiques

L'objectif de ces analyses est d'assurer une bonne qualité hygiénique aux produits fabriqués au niveau de la laiterie HAMMADITES.

Des matières premières aux produits finis, différents germes sont recherchés.

III.1. Préparation des dilutions

III.1.1. Poudre du lait, amidon et arôme

Pour la préparation de la SM (solution mère), 10g de l'échantillon sont additionnées à 90ml d'eau physiologique, homogénéisées par agitation et laissées reposer.

La préparation des dilutions décimales se fait à partir de la SM qui est la dilution 10^{-1} . On transfère 1ml de la SM dans un tube de 9ml d'eau physiologique pour obtenir la dilution 10^{-2} , on refait la même procédure à partir de la dilution 10^{-2} pour obtenir la dilution 10^{-3} , et ainsi de suite.

III.1.2. Yaourt et l'ben

La SM est obtenu par addition de 2ml de l'échantillon dans 18ml d'eau physiologique, et pour la préparation des dilutions on suit la même procédure précédente.

III.1.3. Lait entier pasteurisé

Dans un tube contenant 9ml d'eau physiologique, 1ml de l'échantillon est additionné pour avoir la dilution 10^{-1} ou SM. Aussi, la préparation des dilutions consiste à suivre la procédure citée précédemment.

III.1.4. Beurre

Peser 25g de l'échantillon et ajouter 21ml du liquide Ringer et mettre au bain marie pour quelques minutes. Les dilutions et les ensemencements seront réalisés à partir de la phase aqueuse de la SM.

III.2. Germes recherchés dans les différents produits analysés

III.2.1. Dénombrement des germes aérobies

➤ Principe

Il est basé sur le dénombrement en milieu aérobies sur une gélose nutritive PCA (plate cout agar) à 30°C pendant 48h à 72h.

III.2.2. Recherche des coliformes totaux

➤ Principe

Les coliformes se caractérisent par leur aptitude à fermenter le lactose. Le dénombrement est réalisé sur milieu solide VRBL (milieu lactosé biliée au cristal violet et au rouge neutre).

III.2.3. Recherche des clostridium sulfito-réducteurs

➤ Principe

Leur recherche est basée sur l'utilisation de milieu contenant du sulfite, ils le réduisent en sulfures. L'isolement se fait sur milieu VF (viande foie) additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer.

III.2.4. Recherche des Salmonelles

➤ Principe

Un processus de revivification et multiplication correspondant à un enrichissement voire un pré-enrichissement des cellules, est suivi d'un isolement sur milieu gélosé sélectif.

III.2.5. Recherche des levures et moisissures

➤ Principe

Il est basé sur le dénombrement en aérobic par comptage des colonies sur milieu solide OGA (l'agar glucosé à l'oxytétracycline) à 25°C.

III.2.6. Recherche des *Staphylococcus aureus*

➤ Principe

Leur recherche repose sur l'emploi de deux milieux de culture, milieu GC (Giolitti Contoni) comme milieu d'enrichissement et milieu Chapman comme milieu d'isolement.

III.2.7. Recherche des Streptocoques fécaux

➤ Principe

Le principe est basé sur un test présomptif sur milieu Roth, suivi d'un test confirmatif sur milieu Eva Litsky en cas du résultat positif.

Les modes opératoires effectués pour la recherche des germes cités dans les différents produits analysés sont illustrés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Modes opératoires des germes recherchés dans les différents produits de la laiterie

Germe recherché	Mode opératoire	Expression des résultats	Produit concerné	Référence
Germes aérobies à 37°C	Deux boîtes du milieu PCA sontensemencées. Une boîte est incubée à 22°C/72h, et l'autre à 37°C/48h.	Dénombrement des boîtes, dont le nombre est compris entre 30 et 300 et faire la moyenne à la fin.	Eau de process	Art 24/06/2012 J.O N°21-2013
Germes aérobies à 22°C				
Coliformes totaux Coliformes fécaux	<p>Prépare 9 tubes stériles avec cloche de Durham.</p> <p>Dans 3 tubes contenant 10ml du milieu BCPL (D/C), introduire 10ml de l'échantillon,</p> <p>Dans 3 tubes contenant 10ml du milieu BCPL (S/C), introduire 1ml de l'échantillon.</p> <p>Dans les 3 derniers tubes contenant aussi 10ml du milieu BCPL (S/C), introduire 0,1ml de l'échantillon.</p> <p>Les 9 tubes sont incubés à 37°C pendant 48h.</p>	<p>Le résultat positif se traduit par un trouble dans les tubes, virage de la couleur du violet au jaune et dégagement de gaz dans la cloche (1/10).</p> <p>Le dénombrement se fait sur la table de Mac Grady, c'est la méthode du nombre le plus probable (NPP) (Annexe N°06 et 07)</p>	Eau de process	Art 31/12/2013 J.O N°31-2013
Streptocoques	<p>Test présomptif</p> <p>Ensemencer 5 tubes à 10ml du milieu Rothe (D/C) avec 10ml d'eau à analyser et incubé à 37°C/48h.</p> <p>Test confirmatif</p> <p>Ensemencer un tube contenant 10ml du bouillon EVA LITSKY avec quelques gouttes du tube positif du milieu Rothe et incubé à 37°C/24h.</p>	<p>Les tubes présentant un trouble, sont présumés contenir des Streptocoques, donc on procède au test confirmatif.</p> <p>Le résultat est positif s'il y'a présence d'un trouble et formation d'une pastille violette au fond du tube</p>	Eau de process	ISO 7899
Streptocoques	Trois séries de deux tubes contenant 10ml du milieu Roth (D/C) sontensemencées chacune à partir d'une dilution 10 ⁻¹ , 10 ⁻² et 10 ⁻³ à raison de 1ml dans chaque tube. Incuber à 37°C/48h.	<p>Les tubes présentant un trouble, sont présumés contenir des Streptocoques, donc on procède au test confirmatif.</p> <p>Le résultat est positif s'il y'a présence d'un trouble et formation d'une pastille violette au fond du tube</p>	Aromes	ISO 7899

Germes aérobies à 30°C	Ensemencer le milieu PCA en masse, les dilutions 10 ⁻¹ à 10 ⁻⁴ . Incuber à 30°C /48 à 72h avec une boîte témoin.	Dénombrement des boîtes, dont le nombre est compris entre 30 et 300 et faire la moyenne à la fin.	Poudre du lait Amidon	J.O N° 32 du 23/05/2004
Germes acidifiants	Suivre le même mode opératoire que les germes aérobies mais sur milieu BCP (pourpre de bromocrésol).	Le résultat est positif s'il y'a virage du milieu du violet au jaune. Dénombrement des boîtes, dont le nombre est compris entre 30 et 300 et faire la moyenne à la fin.	Amidon	ISO 7218 ISO 7218
Coliformes totaux et fécaux	Ensemencer deux boîtes du milieu VRBL en double. Une boîte témoin est coulée. Une boîte pour les coliformes totaux est incubée à 37°C /48h et l'autre boîte pour les coliformes fécaux à 44°C/48h.	dénombrer les boîtes de contenant moins de 150 colonies caractéristiques rouge foncé.	Poudre du lait	NA 2691
<i>Salmonella</i>	Enrichissement Un flacon de 100ml du milieu SFB (bouillon sélénite céstéiné tamponné) estensemencé avec 10ml de la SM et incubé à 37°C/24h. Isolement Ensemencer en stries une boîte de Petri contenant le milieu Hektoen à partir de la solution d'enrichissement et incubé à 37°C/24h.	Les colonies des Salmonelles sont de tailles moyennes, lisses et colorées en bleu violacé avec un centre noir.	Poudre du lait L'ben Beurre Yaourt	Art 23/01/2005, J.O. n°42/2005 NA 2688
Clostridium sulfito-réducteur	1ml de la SM dans un tube est soumis à un traitement thermique à 80°C/10minutes, 10ml du milieu VF sont ajoutés et incubé à 46°C/48h.	La présence des Clostridium sulfito-réducteurs se traduit par l'apparition de colonies noires en forme de lentille.	Poudre du lait Eaux de process Amidon Aromes	Art 29/07/2012 J.O N°51/2013 Art 13/06/2012 J.O N° 36/2013 ISO 7937 Art 29/07/2012 J.O N° 51/2013

Coliformes totaux	Ensemencer deux boites du milieu VRBL en double les dilutions 10^{-2} et 10^{-3} . Une boite témoin est coulée. Incubation à 37°C /48h.	Retenir pour comptage les boites de Pétri contenant moins de 150 colonies caractéristiques rouge foncé.	Aromes	ISO 4832 Art 24/05/2004, J.O. n°43/2004)
Coliformes fécaux	Ensemencer deux boites du milieu VRBL en double les dilutions 10^{-1} et 10^{-2} . Une boite témoin est coulée. Incubation à 44°C/48h.		L'ben	
Levures et Moisissures	Ensemencer deux boites de Petri contenant le milieu OGA avec 0,2ml de la dilution 10^{-2} et deux autres boites de la dilution 10^{-3} , incubé à 25°C pendant 5 jours avec une boite témoin.	Chaque type est dénombré à part et le résultat du dénombrement est multiplié par l'inverse de la dilution pour chaque microorganisme.	Amidon	ISO 7954 Art 2/06/2015, J.O. n°48/2015 NA 5911
			Beurre Aromes	
			Yaourt	
Germes aérobies à 30°C	Ensemencée une boite de Petri avec 1ml du produit non dilué puis couler du milieu PCA et incubé à 30°C /48h avec un témoin PCA.	Dénombrement les boites, dont le nombre est compris entre 30 et 300 et faire la moyenne à la fin.	Lait entier pasteurisé	Art 11/09/2004, J.O. n°70/2004
Coliformes totaux et Coliformes fécaux	Ensemencer deux boites du milieu VRBL en double. Une boite témoin est coulée. Une boite pour les coliformes totaux est incubée à 37°C /48h et l'autre boite pour les coliformes fécaux à 44°C/48h.	dénombrer les boites de contenant moins de 150 colonies caractéristiques rouge foncé.	Lait entier pasteurisé	Art 11/09/2004, J.O. n°70/2004 Art 23/01/2005 J.O N°42/2005 NA 2691
			Beurre	
			Yaourt	

<i>Staphylococcus aureus</i>	Test présomptif Trois séries de deux tubes contenant 10ml du milieu d'enrichissement GC additionné de tellurite de potassium, sont ensemencés chacune avec 1ml à partir d'une dilution, 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} et incubés à $37^{\circ}\text{C}/24\text{h}$.	L'apparition de colonies noires avec un halo transparent indique la présence de <i>Staphylococcus aureus</i> .	Lait entier pasteurisé	Art 11/09/2004, J.O. n°70/2004
	Test confirmatif Si le résultat est positif (noircissement des tubes), on effectue un isolement sur milieu Baird Parker, en faisant des stries à l'aide d'une once de platine à partir des tubes positifs, et incubé à $37^{\circ}\text{C}/24-48\text{h}$.		Beurre	Art 23/01/2005 J.O N°42/2005
<i>Staphylococcus aureus</i>	Sur une boîte de Petri contenant le milieu Chapman, un ensemencement en surface à raison de 0,1ml de la SM est effectué puis incubé à $37^{\circ}\text{C}/24$ à 48h .	L'apparition de colonies lisses pigmentées en jaune indique la présence de <i>Staphylococcus aureus</i> .	L'ben	Art 31/07/2014, J.O. n°68/2014
			Yaourt	NA 2696

I. Résultats d'analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les matières premières et les produits finis sont représentés dans le tableau VIII.

Tableau VIII: Résultats des analyses physico-chimiques

Paramètre	Résultat	Norme	Référence
Eau de process			
pH à 20°C	6,80	6,5 – 8,5	ISO
TH	16,5°F	18 - 25 °F	
Cl	124,78mg/l	<250mg/l	
TA	00	00	
TAC	10 °F	22°F	
Poudre de lait (0%)			
pH à 20°C	6,43	/	J.O.R.A 1998
Acidité	12°D	11°D	
MG	0%	1,5% max	
Humidité	3,088%	4%	
Poudre de lait (26%)			
pH à 20°C	6,50	/	J.O.R.A 1998
Acidité	14,20°D	11 à 15°D	
MG	26,2%	26% min	
Humidité	2,08%	3%	
Lait entier			
pH à 20°C	6,64	6,45 – 6,80	NIE
Acidité	14 °D	>11,25 °D	
EST	11,6%	≥10,9%	
MG	2,8%	2,8% min	
Densité	1,031	1,030 – 1,034	
L'ben			
pH à 20°C	4,50	4,30 – 4,60	NIE
Acidité	65,33°D	>30°D	
EST	8,3%	8% à 10%	
MG	1,2%	<10%	CODEX 2011
Yaourt			
pH à 20°C	4,24	4,30 – 4,60	NIE
Acidité	72,65°D	60 à 90 °D	
EST	20,9%	18% à 20%	
MG	0,7%	0,5 – 3%	
Beurre			
pH phase aqueuse à 20°C	4,37	/	J.O.R.A 1998
Teneur en eau	19,22%	16%	
MSNG	2,55%	2%	
MG	78,23%	82%	
Acidité	1,90%	0,35%	
Indice d'acide	3,80	/	
Indice de peroxyde	1,36 meq/kg	<0,5 meq/kg	
Point de fusion	37°C	/	
Taux de sel	0,13%	<3%	

I.1. Eau de process

Le TH de l'eau de process appelé aussi la dureté, est responsable des dépôts de tartre dans les canalisations, causés par les ions de calcium et de magnésium en cas d'une teneur très élevée (**Rodier et al., 2009**).

Le résultat obtenu qui est égal à 16,5°F est conforme à la norme qui est entre 18 et 25°F. Ce résultat est dû au traitement d'adoucissement appliqué.

La teneur élevée des eaux de process en chlorures a un inconvénient majeur qui est la saveur désagréable à partir de 250mg/L et le problème de corrosion pour les canalisations et les réservoirs (**Rodier et al., 2009**).

Le taux de chlorures obtenu qui est de 124,78mg/L, concorde avec le résultat cité par **Rodier et al.(2009)** qui ne doit pas dépassée 250mg/l, ce qui reflète le bon traitement de déchloration des eaux.

Le TA et le TAC sont liés à la dureté de l'eau et donc à sa capacité d'entartrage. La valeur du TA est égale à zéro comme la norme l'indique. Le TA est aussi lié au pH, si ce dernier est inférieur à 8,3 le TA est égal à zéro, et le pH de l'eau analysée est de 6,80, qui est aussi conforme à la norme.

Tous les résultats obtenus témoignent de l'efficacité des traitements appliqués pour avoir une bonne qualité physico-chimique de l'eau, servant à une bonne reconstitution et au rinçage des installations.

I.2. Poudre du lait

Le pH et l'acidité des deux poudres ne dépassent pas les normes, ce qui assure la fraîcheur du lait destiné à leur fabrication.

Les résultats d'humidité obtenus pour les deux poudres sont inférieurs à 4% ce qui empêche le développement des microorganismes, et toutes altérations susceptibles de la rendre impropre à la consommation. D'autres facteurs spécifiques interviennent dans le maintien de la bonne qualité de ces poudres, tels que le conditionnement dans des sacs en polyéthylène doublés de sacs en papier à l'extérieur, et leur stockage à des températures convenables afin que les taux d'humidité reste stables.

La composition en matière grasse est respectée, 26% pour la poudre du lait entier et 0% pour la poudre du lait écrémé.

Les résultats des analyses physico-chimiques de la poudre du lait (0% et 26%) sont conformes aux normes requises par le J.O.R.A, 1998, ce qui démontre leur bonne qualité physico-chimique.

I.3. Lait entier pasteurisé

Le pH et l'acidité du lait sont les deux paramètres qui nous renseignent sur sa fraîcheur et sa stabilité.

Le pH du lait frais normal est de l'ordre de 6,7. Cette valeur est due en grande partie aux groupements basiques ionisables et acides dissociables des protéines, aux groupements esters phosphoriques des caséines et aux acides phosphorique et citrique (**Mathieu, 1998**).

Un lait frais, lait dont le lactose n'a pas encore été transformé en acide lactique, a une acidité de l'ordre de 16°D (**Mathieu, 1998**), qui correspond à 1,6g d'acide lactique, cette évaluation n'est qu'une fiction, l'acidité originelle du lait n'est pas due à l'acide lactique (**Tapernoux, 1928**), mais à sa richesse en caséines, phosphates et citrate. C'est la raison pour laquelle on distingue l'acidité naturelle d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers types de microorganismes. La titration d'un lait altéré donne la somme des deux sans qu'on puisse connaître la valeur de chacune (**Mathieu, 1998**).

Le résultat obtenu du pH et de l'acidité du lait entier sont conformes aux normes internes de l'entreprise, et indiquent sa fraîcheur et sa stabilité, aussi, l'absence d'altération par les microorganismes et les bonnes conditions de production.

La densité du lait varie entre 1,030 et 1,032 selon les normes internes de l'entreprise, ce paramètre est fortement lié au taux butyreux. Plus un lait contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse (**Vignola, 2002**), et en voyant la valeur de la MG qui est de 28%, on constate que le lait est vraiment entier et qu'il n'a pas subi un écrémage ou bien un mouillage qui va à son tour diminuer la densité, et le taux de l'EST justifie cela vu que sa valeur est conforme à la norme.

I.4. Yaourt

La valeur du pH obtenue est légèrement inférieure à la norme, ce résultat peut-être expliqué par un temps d'incubation prolongé ou un refroidissement tardif, qui aboutissent à

une élévation de la quantité d'acide lactique produit par les ferments du yaourt, tandis que l'acidité du yaourt est d'une valeur conforme aux normes de l'entreprise.

L'EST est légèrement élevé, cela peut être argumenté par un taux d'enrichissement élevé en poudre du lait, ou bien par un traitement thermique de longue durée qui a mené à une réduction de la teneur en eau. La teneur en MG est d'une valeur entre 0,5 et 3%, donc elle répond à la norme interne de l'entreprise.

I.5. L'ben

Les résultats d'analyses de tous les paramètres physico-chimiques du l'ben sont conformes aux normes fixées par l'entreprise ce qui reflète le respect de toutes les conditions de production de ce produit.

I.6. Beurre

Tous les résultats obtenus des analyses physico-chimiques du beurre ne répondent pas aux normes du J.O.R.A, 1998.

La teneur en eau, selon le J.O.R.A, 1998 ne doit pas dépasser 16%, le résultat obtenu est supérieur à cette valeur de 3,22%, il est peut-être dû à un mauvais soutirage du babeurre ou d'eau de lavage. Selon **Vignola (2002)**, une trop grande quantité de babeurre est incorporée dans les granules trop grandes lors d'un surbarattage, aussi, dans le beurre sous-malaxé, l'eau insuffisamment incorporée et diffusée, reste plutôt sous forme de gouttelettes relativement grosses et même d'eau libre, pour cela, la poursuite du malaxage est recommandé jusqu'à l'absence de gouttelettes d'eau visibles à l'intérieur du beurre, et l'obtention de résultats identiques de l'épreuve d'humidité faite sur des échantillons prélevés à quelques endroits de la masse de beurre.

Le point de fusion est de 37°C, et selon **Mathieu (1998)**, le point de fusion de la matière grasse du lait de vache est de 29 à 34°C, cette valeur supérieure à la normale est due à la teneur élevée en eau ou à la richesse du beurre en acides gras saturés à poids moléculaire élevé et à haut point de fusion (**Vignola, 2002**). Aussi, le taux de MG est inférieur à la norme, ce paramètre est lié à la teneur du beurre en eau, plus son pourcentage est élevée plus celui de MG est bas.

L'acidité et l'indice d'acide sont aussi supérieurs aux normes, c'est dû logiquement à la durée prolongée de la maturation physique de la crème, qui se fait à une température de 10°C

environ, la crème séjourne des fois jusqu'à 2 jours, ce qui favorise le développement de l'acidité par les bactéries lactiques et aussi le pH du sérum du beurre.

Le taux de sel incorporé dans le beurre est d'un pourcentage très bas, sa valeur est conforme à la norme fixée par le J.O.R.A, 1998, mais, selon **Mahaut (2000)**, un beurre demi-sel contient entre 0.5 et 3% de **sel**. Le pourcentage autorisé est toutefois limité à 2% pour le beurre d'entreposage (**Vignola, 2002**). D'après le résultat du taux de sel obtenu dans le beurre qui est 0,13%, cette valeur ne convient pas à la dénomination beurre demi-sel.

L'indice de peroxyde est un critère d'une sensibilité satisfaisante utilisé comme indicateur pour apprécier les premières étapes de la détérioration oxydative des matières grasses ou des huiles. Au fur et à mesure de l'oxydation, les liaisons doubles de l'acide gras insaturé sont attaquées, ce qui entraîne la formation de peroxydes (**Karlskind, 1976 et Cheftel et Cheftel, 1977**).

Le résultat de l'indice de peroxyde obtenu qui est 1,36 meqO₂/kg, est supérieur à la norme fixée par le J.O.R.A, 1998, ce qui indique le début d'oxydation du beurre.

Cette oxydation peut s'expliquer par le process de fabrication discontinu du beurre (Annexe N°05), la crème fraîche est récupérée après écrémage pour subir une maturation physique dans la chambre froide avant de rejoindre la baratte, et le temps prolongé de maturation peut aussi jouer un rôle dans le degré d'oxydation.

Aussi, le fait que le beurre fabriqué est un beurre cru n'ayant subi aucun traitement thermique, il est donc sujet à une oxydation, et comme elle peut être due à des mauvaises conditions d'emballage, de conservation ou d'entreposage du produit.

II. Résultats d'analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur les matières premières et les produits finis sont représentés dans le tableau IX

Tableau IX : Résultats des analyses microbiologiques

Germes recherchés	Résultat					Norme	Référence
Eau de process							
Germes aérobies à 22°C	Abs					20	JORA 1998
Germes aérobies à 37°C	Abs					<10	
Coliformes totaux	Abs					<10 ²	
Coliformes fécaux	Abs					Abs	
Clostridium à 46°C	Abs					Abs	
Streptocoques	Abs					Abs	
Poudre du lait							
	0%					26%	JORA 1998
Germes aérobies à 30°C	Abs					90	
Coliformes totaux	Abs					Abs	
Clostridium à 46°C	Abs					Abs	
Salmonelles	Abs					abs	
Amidon							
Germes aérobies à 30°C	Abs					20	JORA 1998
Germes acidifiants à 30°C	Abs					5	
Clostridium à 46°C	Abs					1	
Levures	Abs					1	
Moisissures	Abs					1	
Arome							
Coliformes totaux	Abs					/	Non réglementé par le JORA
Coliformes fécaux	Abs					/	
Streptocoques	Abs					/	
Clostridium à 46°C	Abs					/	
Levures	Abs					/	
Moisissures	Abs					/	
Lait entier							
Germes aérobies à 30°C	Abs					3.10 ⁴	JORA 1998
Coliformes totaux	Abs					1	
Coliformes fécaux	Abs					Abs	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs					1	
L'ben							
Coliformes totaux	<100	<100	<100	<100	<100	3.10 ⁴	JORA 1998
Coliformes fécaux	<10	<10	<10	<10	<10	30	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	3.10 ²	
Salmonelles	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
Yaourt							
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10	JORA 1998
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10	
Levures	<10	<10	Abs	<10	Abs	<10 ²	
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	
Beurre							
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10	JORA 1998
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ²	
Levures	<10	<10	<10	<10	<10	10 ³	
Moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	3.10 ²	
Salmonelles	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	

II.1. Germes aérobies

Le dénombrement de la FTAM reflète la qualité microbiologique générale d'un produit naturel et permet d'en suivre l'évaluation, le nombre des germes totaux pourra donner une indication de l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du produit (**Guiraud et Rosec, 2004**). Les germes aérobies sont absents dans tous les échantillons analysés, à l'exception de la poudre du lait 26% où on a remarqué leur présence, mais d'une charge qui ne dépasse pas la norme.

Une charge microbienne nettement inférieure aux normes peut s'expliquer par les bonnes pratiques d'hygiène lors de la manipulation, ainsi que les bonnes conditions hygiéniques de production (**Jeantet et al., 2008**).

II.2. Coliformes totaux et fécaux

On parle de coliformes pour définir les microorganismes servant d'indicateurs à la présence possible de contaminations fécales. Leur recherche et leur dénombrement permettent d'apprécier l'importance de contamination du lait et des produits laitiers (**Vignola, 2002**).

La recherche des coliformes a montré leur absence dans tous les échantillons analysés à part l'un où on a marqué l'apparition de colonies, mais d'un nombre inférieur à la norme.

D'après **Guiraud (2003)** et **Leary (2004)**, l'absence totale de coliformes indique l'action primordiale exercée par les traitements thermiques subits par les produits analysés d'une part et l'efficacité des opérations de nettoyage appliquées par le NEP (Nettoyage En Place) d'autre part.

II.3. Clostridium sulfito-réducteurs

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont utilisés comme témoin d'hygiène dans l'analyse microbiologique d'un certain nombre de produits (**Larpen, 1997**).

Les résultats de la recherche des clostridium dans tous les échantillons sont négatifs.

Les formes végétatives sont en général très sensibles à la chaleur, beaucoup sont détruites en 15 secondes à 75°C. Par contre les formes sporulées nécessitent un chauffage supérieur à 85°C pendant 10 minutes (**Bimben et Feutry, 2007**). Donc le traitement thermique a un double rôle, il favorise la destruction des formes végétatives et la germination des spores. Ces résultats pourraient être essentiellement dus à l'efficacité du traitement thermique appliqué (**Lubun, 1998 ; Bimben et Feutry, 2007**).

II.4. Streptocoques fécaux

Les Streptocoques constituent la famille des Streptococcaceae qui regroupe des genres très fréquents dans l'industrie alimentaire comme contaminants et surtout comme agents de fermentation lactique (**Guiraud et Galzy, 1980**).

Les résultats de leur recherche ont indiqués leur absence dans tous les échantillons.

II.5. Staphylococcus aureus et Salmonelles

Les Staphylocoques présumés pathogènes et les Salmonelles sont totalement absents dans tous les échantillons analysés.

La recherche des staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires (**Vignola, 2002**).

L'absence ou la faible présence de la flore pathogène peut trouver son explication dans le fait que la contamination initiale va subir l'effet de l'abaissement du pH et de l'antagonisme des bactéries lactiques (**Alais, 1984**).

Selon **Poueme (2006)**, les salmonelles ne résistent pas à un pH situés entre 4,6 et 4,8.

Les Staphylococcus aureus sont inhibés par un pH acide (**Guiraud, 2003**). Dans le cas du yaourt et l'ben, ils peuvent être éliminés lors de la fermentation.

II.6. Levures et moisissures

Les levures et moisissures, selon **Snappe (2010)**, provoquent des accidents de fabrication, dégradation du gout, gonflement, mauvaise présentation et la diminution de la durée de conservation des produits.

Les résultats de leur recherche ont montré l'absence des moisissures dans tous les échantillons, et la présence des levures dans le yaourt et le beurre, mais à des valeurs qui ne dépassent pas la norme.

L'eau est l'un des éléments essentiels dans la reconstitution du lait elle doit être de bonne qualité microbiologique afin de contribuer à élaborer un produit dépourvu de microorganisme nuisibles (**Gosta, 1995**).

Les résultats obtenues de l'analyse d'eau de process sont conformes aux normes du J.O.R.A, 1998, on remarque l'absence totale des germes de contaminations et des pathogènes, ceci montre que l'eau est de bonne qualité microbiologique et reflète une efficacité d'épuration des eaux et des filtres, ainsi que la bonne désinfection par le chlore.

Pour la poudre du lait, en faisant le lien avec les résultats de l'analyse physico-chimique, on remarque que cette dernière confirme les résultats de l'analyse microbiologique, le taux d'humidité trouvé (3-4%) ne favorise pas le développement de micro-organismes.

Les additifs utilisés sont de bonne qualité microbiologique vu que tous les résultats d'analyse sont conformes aux normes, ce qui indique que ces produits sont conservés dans des bonnes conditions d'hygiène.

Les quatre produits finis sont de qualité microbiologique satisfaisante, suivant les normes fixées par le J.O.R.A, 1998, ceci confirme le respect des règles d'hygiène et de production, de conditionnement et d'entreposage.

Les produits analysés ne présentent aucun risque pour la santé du consommateur car ils ne contiennent aucune bactérie pathogène responsable d'intoxication.

Enfin, on peut dire que la combinaison d'un traitement thermique efficace, d'une bonne qualité microbiologique de matière première et d'une préparation dans des bonnes conditions opératoires et hygiéniques offre une meilleure qualité microbiologique aux produits.

Le stage effectué au niveau de la laiterie « HAMMADITES » a permis d'évaluer la qualité physico-chimiques et microbiologiques du lait entier pasteurisé, du l'ben, du yaourt et du beurre cru.

La production d'un aliment d'une bonne qualité doit être le souci de toute entreprise, et toutes les personnes qui sont en relation avec la chaîne de production doivent être sensibilisées afin de satisfaire le consommateur et de lui préserver sa santé.

Pour cela, le contrôle doit être effectué d'une façon rigoureuse sur le processus de fabrication et avec le respect des bonnes pratiques de fabrication, pour détecter à quel stade le produit a été contaminé et de prévenir sa conformité ou sa non-conformité par rapport aux normes réglementaires.

L'ensemble des résultats obtenus ont montrés que les matières premières utilisées et les produits finis présentent des qualités physico-chimiques et microbiologiques satisfaisantes. A l'exception du beurre cru, sa qualité physico-chimique est non satisfaisante selon les normes du J.O.R.A, 1998 vu que c'est un nouveau produit lancé par l'unité et que son processus de fabrication n'est pas encore stabilisé.

Ces résultats sont en général la conséquence du respect des règles d'hygiène durant toutes les étapes de fabrication, depuis la préparation jusqu'au conditionnement, aussi l'efficacité des traitements technologiques effectués tels que le traitement thermique (pasteurisation à 95°C), le traitement des eaux et le traitement des équipements par le NEP.

1. **Alais C. (1984).** Science du lait. Principes et techniques laitières. édition Sepaic. 4ème éd. Paris. 814p.
2. **Alais C. et Liden G. (1984).** Lait et produits laitiers : Abrégé de biochimie alimentaire. Ed. Masson (4^{ème} édition), 162p.
3. **Alais C. Linden G. (1997).** Lait et produits laitiers. In. Abrégé de biochimie alimentaire. Edition Masson (4^{ème} édition). 162p.
4. **Amiot et Britten M. (2002).** Sciences et technologie du lait. Manuel de transformation du lait. Ed. Tec et Doc. pp. 362-378
5. **Apfelbaum M. Romon M. Dubus M. (2009).** Diététique et nutrition. Ed. Masson (7^{ème} édition). 516p.
6. **Benkerroum N. Tammime A.Y. (2004).** Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (Iben, jben and smen) to small industrial scale. Food. Microbiol.65. pp. 1- 15.
7. **Bimben E. et Feutry F. (2007).** Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage. Ed. INRA de Recherche en Technologie et Analyses Laitières et CDEO.Paris. 60p.
8. **Cheftel J.C. et Cheftel H. (1977).** In : « Oxydation des lipides ». Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. 1 : 303-331.
9. **Cossut J. Defrenne B. Ferroul S. Garnet S. Roelstraete L. Vanuxeem M. Vidal D. et Humbert S. (2002).** Les corps gras : Entre Tradition et Modernité. Université des Sciences et Technologies de Lille. Pp. 11-110
10. **Fredot E. (2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier. Pp. 10-14.
11. **Gosta. (1995).** Manuel de transformation du lait Edition Tetra packs processing systems. AB, Sweden. pp: 215- 232.
12. **Guiraud J.P et Galzy G. (1980).** L'analyse micro biologique dans les industries alimentaire. Les éditions de l'Usine Nouvelle Paris. p76.
13. **Guiraud J.P et Galzy G. (2003).** Microbiologie alimentaire. Ed. Usine nouvelle. Paris. 239p.
14. **Guiraud J.P et Rosec J.P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire Edition AFNOR. 300p. p 50.
15. **Guiraud J.P. (1998).** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunoc. pp. 136-137

16. **Jeantet R. Croguennec T. Mahaut M. Schuck P. Brulé G. (2008).** Les produits laitiers. Technique et documentation. Lavoisier (Ed.), Paris. 184p.
17. **Karlskind A. (1992).** Manuel des corps gras 2. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. P. 1201.
18. **Larpent J.P. (1997).** Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire. Paris. Ed. Technique et documentation. 273 p.
19. **Leary M.J. (2004).** Manuel de transformation du lait. chapitre 13. 249p.
20. **Lubun D. (1998).** Lait de consommation et les produits laitiers dans la nutrition humaine. In. Collection FAO. Lupprien J. p.113.
21. **Luquet F.M. (1985).** Lait et produits laitiers (Vache, Brebis, Chèvre). Tome 2 Société scientifique d'hygiène alimentaire. Pp 42
22. **Luquet F.M. Carrieu G. (2005).** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires. Technique et documentation. Lavoisier (Ed), Paris. 307.
23. **Mahaut M. Jeantet R. Schak P. et Brul G. (2000).** Les produits industriels laitiers. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 192p.
24. **Mangensen G. (1993).** Starter culture. In *Smith*. Ed. Technology of reduced additive Foods, Blackie Academic and Professional. London. pp. 1-25.
25. **Mathieu J. (1998).** Initiation à la physico-chimie du lait. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 214p.
26. **Mission Scientifique de Syndifrais. (1997).** Yaourts, laits fermentés. Le Lait. INRA Editions. 77 (3). pp.321-358. <hal-00929530>. Pp. 325.
27. **Poueme N.R.S. (2006).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du lait dans la filière artisanale au Sénégal. Thèse : Méd.Vét. : Dakar ; 23.
28. **Rodier J. Legube B. Merlet N. et coll (2009).** L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition. Ed. DUNOD. 1526p.
29. **Snappe J.J. Hasni-Alaoui I. Hamma A. et Faye B. (2010).** Protéines lactières. In. Technique de l'ingénieur. Traité Agroalimentaire. P. 19.
30. **Tamime A.Y. Robinson R.K. (1985).** Background to manufacturing practice. In Yoghurt. Science and technology. Ed. Tamime A.Y. et Robinson R.K. Pergamon Press. Paris. P. 7.
31. **Tantaoui-Alaraki. Berrada M. Elmarrakchi A. Berramou A. (1983a).** Etude sur le lben marocain .Le lait. 63. Pp. 230-245.

32. **Tantaoui-Alaraki. Berrada M. Elmarrakchi A. Berramou A. (1983b)**. Préparation du lben marocain pasteurisé à l'aide de souches bactériennes sélectionnées. Actes inst. Agro. Vet. 3. Pp. 49-58.
33. **Tantaoui-Elaraki A. El Marakchi A. (1987)**. Study of the morrocan dairy products Lben and Smen. Micron.3, 211-220.
34. **Tapernoux M. A. (1928)**. Les relations entre l'acidité actuelle et l'acidité potentielle du lait. Le Lait. INRA Editions. 8 (78). pp.686-698. <hal-00894924>. Pp. 689.
35. **Thieulin G. Vuillaume R. (1967)**. Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris. pp. 71-73.
36. **Vierling E. (2003 a)**. Les corps gras. Aliments et boissons (Filières et produits). Ed. Doin, 3^{ème} édition. Paris. p. 191- 192.
37. **Vierling E. (2003 b)**. Aliment et boisson-Filière et produit. 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine. p.11.
38. **Vignola C. (2002)**. Sciences et Technologie du lait Transformation du lait. (Ed). Presses Internationales Polytechnique. Canada. 600p.

Textes règlementaires

1. **FAO et OMS. (2007).** Lait et produits laitiers. Rome. 1^{ère} édition. Pp. 14.
2. **FAO et OMS. (2011).** Lait et produits laitiers. Rome. 2^{ème} édition. Pp. 3
3. **J.O.R.A.n°35, (1998).** Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994. Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. p.17.
4. **J.O.R.A. n°66, (2012).** Arrêté du 3 Août 2011 relatif à la méthode de détermination de la teneur en chlorure de sodium dans les corps gras d'origine animale et végétale. p.15.
5. **J.O.R.A.n°19, (2000).** Arrêté interministériel du 27 Dhou El Hidja 1420 correspondant au 2 avril 2000, modifiant et complétant l'arrêté du 17 Rajab 1420 correspondant au 27 octobre 1999 relatif aux spécifications du lait en poudre industriel et aux conditions et modalités de sa présentation, sa détention, sont utilisation et sa commercialisation. P.15.
6. **J.O.R.A.n°69, (1993).** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la représentation de certains laits de consommation. P. 16.
7. **J.O.R.A.n°96, (1998).** Arrêté interministériel du 21 Chaabane 1419 correspondant au 10 décembre 1998 relatif aux spécifications techniques des beurres et aux modalités de leur mise à la consommation. P.54.
8. **J.O.R.A.n°94, (1998).** Arrêté interministériel du 13 Chaabane 1419 correspondant au 2 décembre 1998 relatif aux spécifications techniques des laits en poudre et aux conditions et modalités de leur présentation. p. 23.

1. Présentation de l'organisme d'accueil

La laiterie HAMMADITES ou SARL Etoile Service est une entreprise qui a officiellement vu le jour en janvier 2016.

- Type : industrie laitière
- Grosseur : SARL
- Capacité : environ 30 000L/h
- Superficie : 1400 m²

2. Situation géographique

SARL Etoile Service ; lotissement N° 25 zone d'activité d'Elkseur Bejaia qui se situe à 25km du chef-lieu de la wilaya et à 200km de la capitale.

3. Produits fabriqués

- Lait entier pasteurisé (figure 01) ;
- L'ben (figure 02) ;
- Yaourt brassé gout banane et fraise (figure 03) ;
- Beurre cru (figure 04).

Annexe n° 02

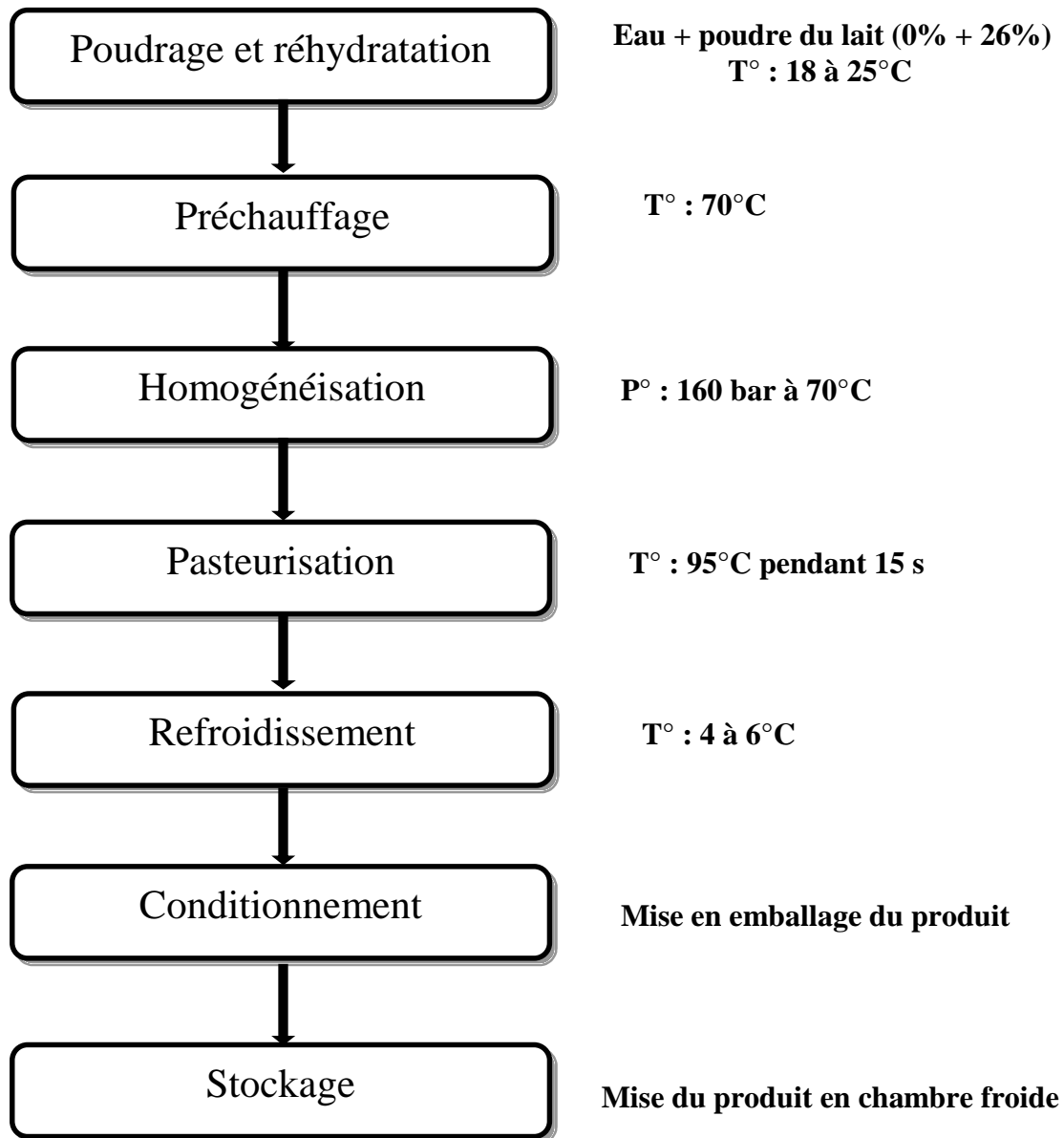


Figure 01 : Diagramme de fabrication du lait entier pasteurisé au niveau de la laiterie «HAMMADITES»

Annexe n°03

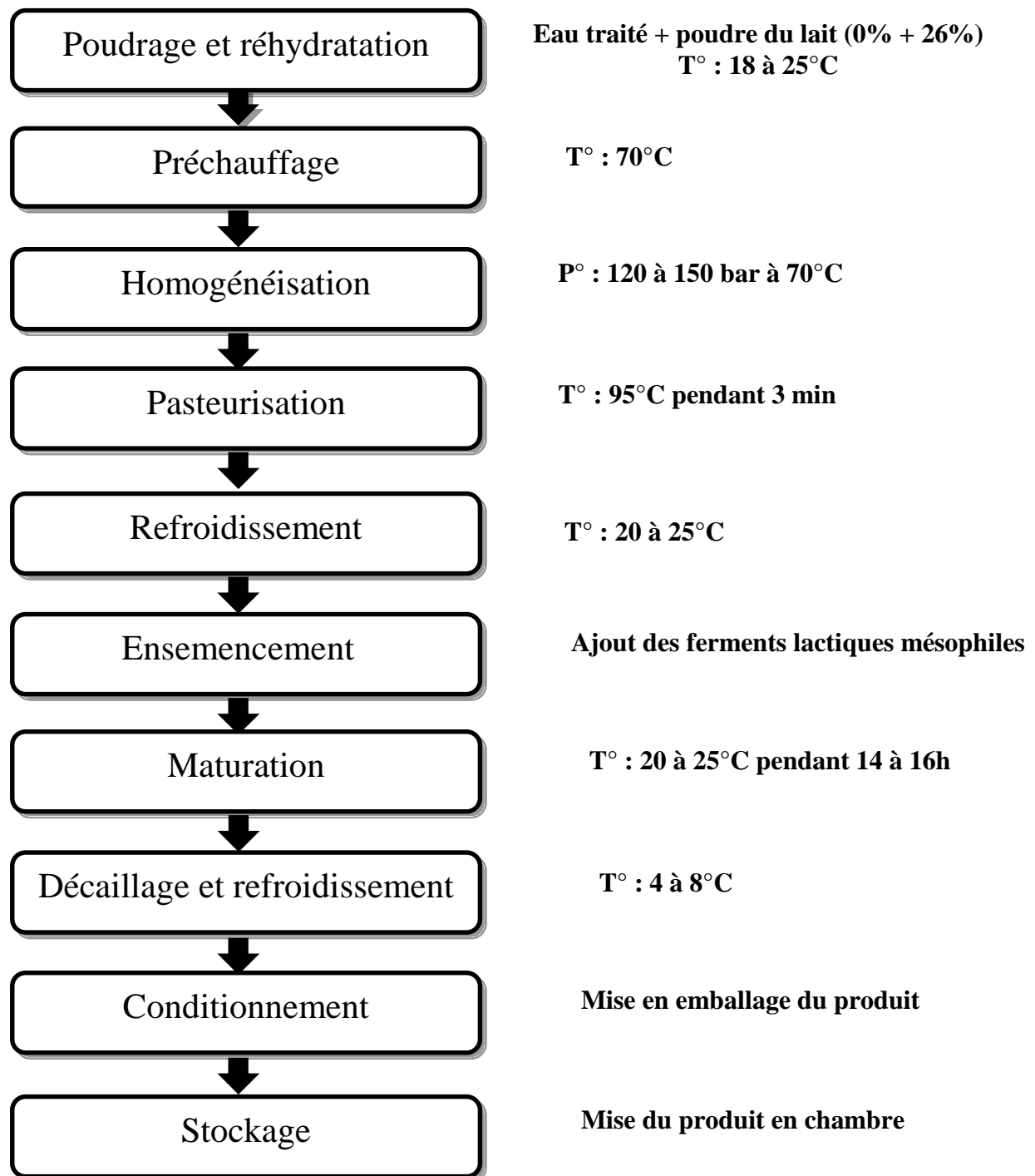


Figure 02 : Diagramme de fabrication du l'ben au niveau de la laiterie «HAMMADITES»

Annexe n° 04

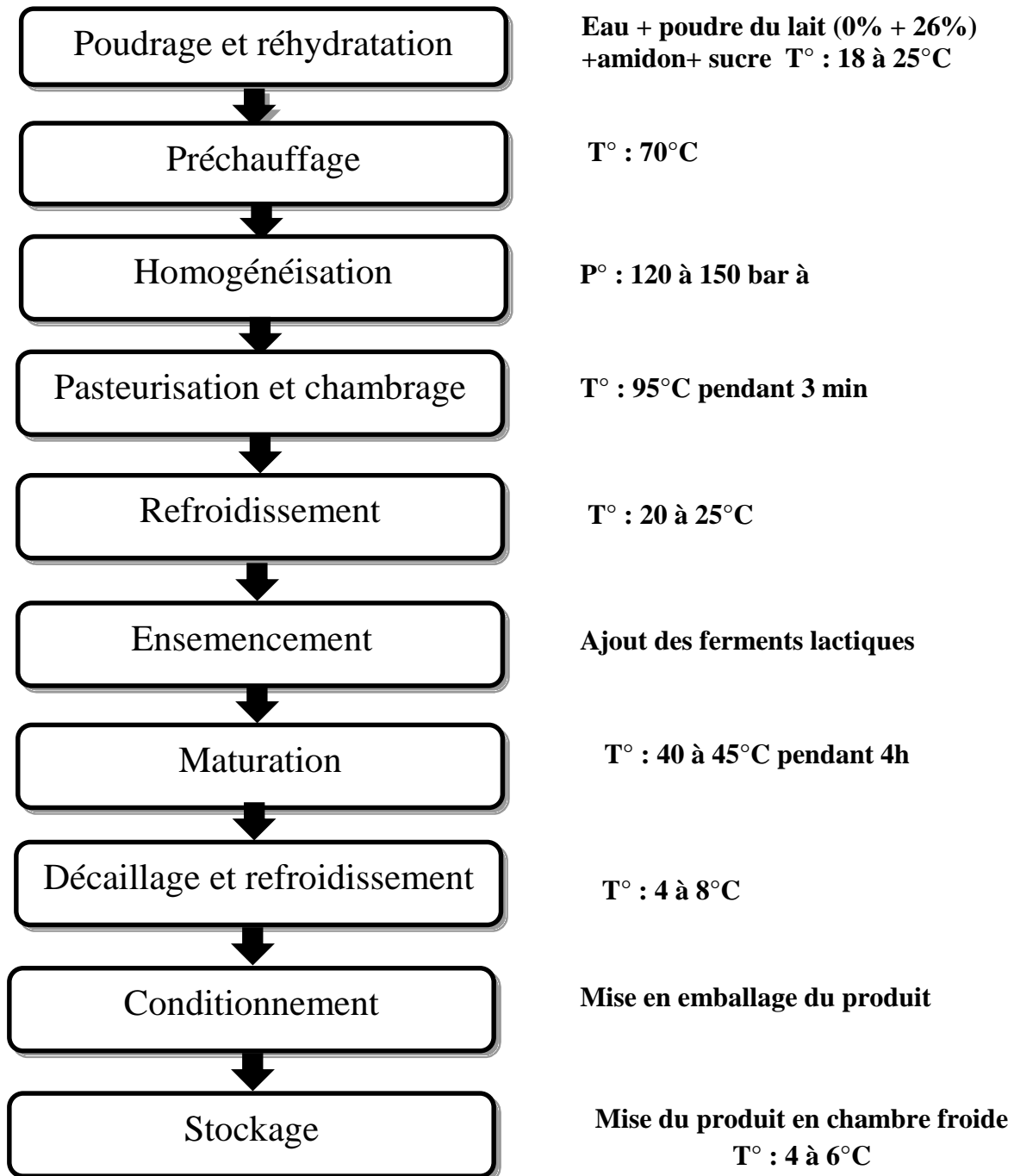


Figure 03 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé aromatisé au niveau de la laiterie «HAMMADITES»

Annexe n° 05

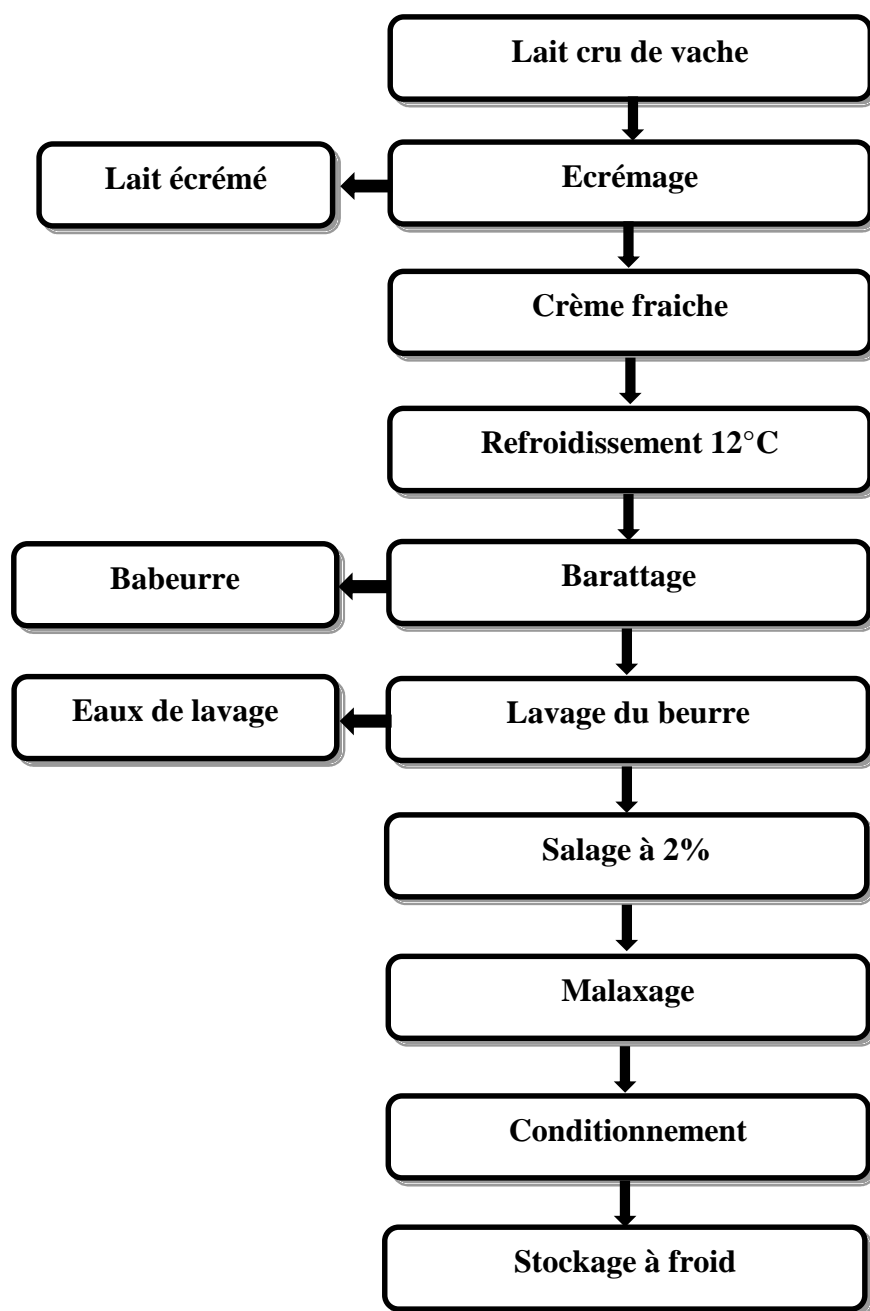
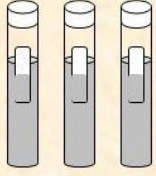
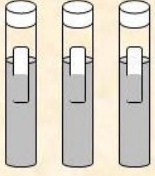
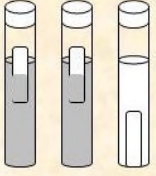
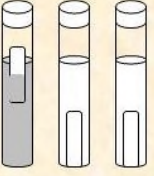
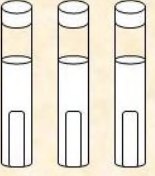


Figure 04 : Diagramme de fabrication du beurre cru au niveau de la laiterie
HAMMADITES»

Annexe n° 06

Dilutions	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
Aspect des tubes (BLBVB + cloche)					
Résultats	+ + +	+ + +	+ + -	+ - -	- - -
Nombre de résultats +	3	3	2	1	0
Regroupement	332	321	210	-	-

↑

Figure 05 : Méthode du dénombrement des Coliformes par le nombre le plus probable (NPP)

Annexe n° 07

Tables NPP (d'après la norme ISO 7218 :1996(F))

Tableau 1 - Table NPP pour 3 x 1 g (ml), 3 x 0,1 g (ml) et 3 x 0,01 g (ml).

Nombre de résultats positifs			NPP	Catégorie lorsque le nombre d'essais de mesures est de 1 pour le lot considéré	Limites de confiance			
					>95%	>95%	>99%	>99%
0	0	0	<0,30		0,00	0,94	0,00	1,40
0	0	0	0,30	3	0,01	0,95	0,00	1,40
0	1	0	0,30	2	0,01	1,00	0,00	1,60
0	1	1	0,61	0	0,12	1,70	0,05	2,50
0	2	0	0,62	3	0,12	1,70	0,05	2,50
0	3	0	0,94	0	0,35	3,50	0,18	4,60
1	0	0	0,36	1	0,02	1,70	0,01	2,50
1	0	1	0,72	2	0,12	1,70	0,05	2,50
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5	0,2	4,6
1	1	0	0,74	1	0,13	2,00	0,06	2,70
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	0	1,1	2	0,4	3,6	0,2	4,6
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8	0,2	5,2
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8	0,2	5,2
2	0	0	0,92	1	0,15	3,50	0,07	4,60
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5	0,2	4,6
2	0	2	2	0	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8	0,2	5,2
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	0	2,1	1	0,5	4,0	0,2	5,6
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4	0,5	14,2
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4	0,3	14,2
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4	0,5	15,7
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1	1,0	25,0
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1	0,5	25,0
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9	1,1	27,0
3	1	2	12	3	3	36	2	44
3	1	3	16	0	3	38	2	52
3	2	0	9,3	1	1,8	36,0	1,2	43,0
3	2	1	15	1	3	38	2	52
3	2	2	21	2	3	40	2	56
3	2	3	29	3	9	99	5	152
3	3	0	24	1	44	99	3	152
3	3	1	46	1	9	198	5	283
3	3	2	110	1	20	400	10	570
3	3	3	>110					
autres valeurs			non cité dans la table ISO 7218 : 1996 (F)					

Figure 06 : Table de Mac Grady

Résumé

Le contrôle microbiologique et physico-chimique des produits alimentaires destinés à la consommation humaine est indispensable pour éviter tout risque de contamination et veiller sur la santé du consommateur.

Ce travail est porté sur l'étude de la qualité hygiénique, et le contrôle des analyses physico-chimiques et microbiologiques du lait entier pasteurisé, du l'ben, du yaourt et du beurre cru, fabriqués au niveau de la laiterie « HAMMADITES ».

Les analyses microbiologiques des matières premières et des produits finis montrent l'absence totale des germes, à l'exception des germes aérobies, Coliformes et levures dans quelques échantillons avec une faible présence ne dépassant pas le seuil d'acceptabilité.

Les résultats indiquent que le lait entier pasteurisé, le yaourt et l'ben sont de bonne qualité physico-chimique et microbiologique, alors que le beurre cru, il est de bonne qualité microbiologique aussi mais de qualité physico-chimique non satisfaisante.

Mots clé : lait entier pasteurisé, yaourt, l'ben, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques.

Abstract

The microbiological and physico-chemical control of food products aimed to the human consumption is essential to avoid any risk of contamination and protect the consumer.

The aim of this work is the study of hygienic quality and the control of physicochemical and microbiological analyses of pasteurized whole milk, l'ben, yoghurt and raw butter produced at the "HAMMADITES" dairy factory.

No germs have been found in the raw materials and finished products during the microbiological analyses, with the exception of aerobic germs, coliforms and yeasts in some samples with a low presence not exceeding the standards.

The results indicate that pasteurized whole milk, yoghurt and l'ben have good physicochemical and microbiological quality, as well as raw butter, has a good microbiological quality but, showed an unsatisfactory physicochemical quality.

Key words : pasteurized whole milk, yoghurt, l'ben, physicochemical analyses, microbiological analyses.