

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Département : génie de procédé

Filière : science et technologie

Option : génie alimentaire

THEME

**Essai d'incorporation du babeurre dans la fabrication d'un yaourt
étuvé**

Présenté par
Medani Meriem

Nenas Sabrina

Soutenu Le 08/07/2018

Jury de soutenance :

Grade

Présidente : Mme ANNOU S.

MAA

(UMBB)

Promoteur : Mme YELLES F.

MAA

(UMBB)

Examineur : Mme ben malek N.

MAA

(UMBB)

Année universitaire 2017/2018

Résumé :

Le babeurre, sous-produit de l'industrie beurrière obtenu après barattage de la crème, est une source de nutriments essentiels et fonctionnels, et il est peu valorisé par les industries laitières algériennes. La valorisation de ce sous-produit permettra de réduire la pollution de l'environnement et de récupérer les éléments nobles du lait d'origine. Les analyses physico-chimiques ont montré que le babeurre est riche en matière sèche constituée, principalement de lactose, les protéines solubles et de matière grasse. Son utilisation dans la fabrication du yaourt étuvé a conduit à l'obtention d'un produit de bonne qualité organoleptique. L'évaluation sensorielle, en utilisant le test de Friedman à 5%, a montré que le babeurre peut être utilisé à 100% dans la fabrication de yaourt.

Mots : clés : le lait cru, babeurre, valorisation, beurre, yaourt étuvé.

Abstract:

Buttermilk, a by-product of the butter industry obtained after churning the cream, is a source of essential and functional nutrients, and is little valued by the Algerian dairy industries. The recovery of this by-product will reduce environmental pollution and recover the noble elements of the original milk. Physico-chemical analyzes have shown that buttermilk is rich in dry matter consisting mainly of lactose, soluble protein and fat. Its use in the manufacture of steamed yoghurt led to the production of a good organoleptic product. The sensory evaluation, using the Friedman test at 5%, showed that buttermilk can be used 100% in the yoghurt making.

Key words: raw milk, buttermilk, valorization, butter, parboiled yoghurt.

ملخص

يعتبر اللبن و هو المنتج الثانوي لصناعة لزبدة بعد الحصول على القشدة ، مصدراً للمغذيات الأساسية والوظيفية ، و هو قليل القيمة من قبل مصانع الألبان الجزائرية. وسوف يؤدي هذا المنتج الثانوي إلى الحد من التلوث البيئي واستعادة العناصر النبيلة للحليب الأصلي.

. أظهرت التحاليل الفيزيائية الكيمائية أن اللبن غني بالمادة الجافة التي تتكون أساساً من اللاكتوز والبروتين القابل للذوبان والدهون. أدى استخدامه في صناعة الزبادي على البخار لإنتاج منتج حسي جيد أظهر التقييم الحسي ، باستخدام اختبار فريدمان بنسبة 5 % ، أنه يمكن استخدام اللبن بنسبة 100 % في صنع الزبادي.

الكلمات المفتاحية: اللبن الخام ، اللبن ، التثمين ، الزبدة ، الزبادي المسلووق.

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre bon Dieu, notre créateur qui nous a donné le courage pour accomplir ce travail;

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements aux responsables de laiterie fromagerie de Boudouaou pour nous avoir permis d'effectuer notre stage au sein de leur unité.

Nous avons l'honneur et le plaisir d'exprimer notre profonde gratitude à madame YELLE S notre promotrice, pour l'intérêt qu'elle a porté à notre travail et pour ses conseils qui nous ont toujours incités à mieux faire.

Nous remercions les membres de jury qui nous font l'honneur de juger notre présent travail.

Nos sincères remerciements à tous les enseignants de l'ex département de technologie alimentaire.

MIMI ET SABI

Dédicace 1

Au nom de l'amour et le respect, je dédie ce modeste travail :

Mon cher père, un homme qui a vécu pour sa famille.

« J'espère mon père que tu es fière de moi »

Ma chère mère, une femme qui a sacrifié sa vie pour ces enfants.

« J'espère ma mère que je serai toujours à la hauteur de tes attentes »

*A mes chers frères Mohammed, Soufian, khaled, Samir, Amar, Mourad,
Nounou. et leurs femmes*

*A mes adorables sœurs : Hassiba, dawia, Nadia qui est la source de bonheur
dans ma vie*

Et sans oublier mon super Sœur Soumia.

*A mes anges manel, kaother, youssra, kami, douaa, raniya et nadjmo. Que
dieu les protège*

Et je dédie ce modeste travail à:

*Ma deuxième famille boukarouni en particulier ma belle-mère mon beau père
et à l'homme de ma vie Hamza et sa famille, Wassila, Salma, Wissam , Bilal.*

A mes amies: Sara, Nesrine, Nadjet, Meriem, lydia, et ma sœur karima.

A ma meilleure amie Meriem et sa famille.

*Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et profond respect à Mme
HADERBACHE.L pour ses orientations, son aide et ses conseils.*

*A Meme Yelles .F qui nous a guidés pendant le travail et nous a orienté vers
les axes les plus pertinents.*

A toutes les personnes qui me connaissent et qui m'aiment.

Sabrina

Dédicace 2

Dédicace :

Au nom de l'amour et le respect, je dédie ce modeste travail :

A Mon très chère père que Dieu ai son âme.

A la femme qui a consacré sa vie pour que je puisse continuer mes études avec un savoir-faire, pour que je sois la meilleure et pour le soutien qu'elle m'a réservé. Ma mère, tu es l'être le plus cher à mon cœur.

A mes grands parents

A mes adorables sœurs Imane et Hanane

A mon adorable frère Zakaria

A ma belle Imane qui est la source de bonheur dans ma vie et A sa famille

A mes meilleures amies Samira et son mari, Hamida, Amira

A ma responsable de travail madame Yelles

Sans oublier ma chère et ma meilleure amie Sabrina et sa famille

A mes tantes Samia et Karima

A tous mes oncles, mes tantes, mes cousines Nadjat, Nawal, Dalal et Dounia tous ma grande famille.

A toutes les personnes qui me connaissent et qui m'aiment.

Meriem

Sommaire

Contenu

Résumé

Liste des tableaux 2

Liste des figures 3

Liste des abréviations..... 4

Introduction 1

Chapitre I: beurre et babeurre

I-1 Le beurre 3

I-1-1-Introduction : 3

I-1-2-Définition de beurre : 3

I-1-3-Composition de beurre : 3

I-1-4-Qualité du beurre : 5

I-1-5-La crème: 5

I-2-Le babeurre 6

I-2-1-Introduction : 6

I-2-2-Définition du babeurre : 6

I-2-3-Type de babeurre : 6

I-2-4-Composition de babeurre : 6

I-2-5-Utilisations du babeurre : 8

I-2-6-Conclusion : 9

Chapitre II-Yaourt : 10

II-1-Introduction : 10

II.2- Définition : 10

II.3-Différents types du yaourt : 10

II-3-1-Les ferments lactiques : 10

II-4- Caractéristiques générales des bactéries du yaourt : 11

a- *Streptococcus Thermophilus*..... 11

b- *Lactobacillus Bulgaricus* : 11

II-5-Intérêts et fonctions des bactéries du yaourt : 12

II-6- Technologie de Fabrication du yaourt : 13

II-6-1-Standardisation du mélange : 15

II-6-2- Homogénéisation : 15

II-6-3- Traitement thermique : 15

II-6-4-Refroidissement et ensemencement : 16

II-6-5-Incubation :.....	16
II-6-6- Arrêt de la fermentation (refroidissement) :.....	16
II-6-7- Conditionnement :.....	17
II-7-Caractérisation des produits finis (yaourt) :.....	17
II-8-Conclusion :.....	19
Chapitre III :matériels et méthodes	21
Introduction :.....	20
III .1.Matériels.	20
III.1.1 Les réactifs (voir annexe N° I).....	20
III.1.2 Matériel biologique.....	20
III. 2. Méthode :.....	21
III.2.1 Méthodes d'obtention du babeurre :.....	21
1. Réception du lait:.....	21
2. Filtration:.....	21
7. Maturation :.....	24
III.2.2 Essai de l'incorporation du babeurre dans la fabrication d'un yaourt étuvé :.....	26
Les étapes de la préparation du yaourt.....	26
III.3. Analyses physico-chimiques et microbiologique :.....	29
III-3-1-Les analyses physico-chimiques :.....	30
III.3.2 Analyses microbiologiques.....	33
III-4- Evaluation sensorielle	38
III.4.1 Test de Friedman :	40
Chapitre IV : résultats et discussions	20
1-Caractéristiques physicochimiques :.....	42
2-Les résultats des Analyse microbiologique du lait et babeurre.....	45
3-Utilisation du babeurre dans la fabrication d'un yaourt nature étuvé :.....	47
3-1- Evolution de L'Acidité :.....	49
3-2- Evolution de pH	50
3-3- Evolution de la viscosité	51
4-1- Interprétation statistique des résultats (test de Friedman).....	54
Conclusion générale	57
Références bibliographiques	

Annexes

Liste des tableaux

Parties bibliographique

Tableau N°1 : Composition pondérale moyenne du beurre.....	p4
Tableau N°2 : Composition moyenne de la crème fraiche à 30% de la matière grasse....	p5
Tableau N°3 : composition de divers produits écrémés exprimés en base de matière sèche (100g).....	p7

Parties expérimentale

Tableau N°4 : Composition en minéraux et sels du lait et leur distribution.....	p8
Tableau N° 5 : Les lieux de prélèvement, le nombre et la quantité prélevé.....	p29
Tableau N°6 : La méthode de notation utilisée pour les critères de textures et de goût....	p38

Parties résultats et discussion

Tableau 7 : Caractéristiques physicochimiques.....	p43
Tableau N°8 : résultats des analyses microbiologiques de lait cru et babeurre	p46
Tableau N°9 : Caractérisation physico-chimique du babeurre.....	p47
Tableau N° 10 : Résultats de la viscosité, l'acidité et pH durant l'incubation des yaourts.....	p48
Tableau N°11 : Résultats des scores des critères gout et texture.....	p52
Tableau 12 : Résultats de classement du critère texture.....	p53
Tableau 13 : Résultats de classement du critère gout	P 53

Liste des figures

Partie théorique

Figure N°1 : Diagramme de fabrication du yaourt.....p14

Parties expérimentale

Figure N°2 : L'écoulement du babeurre..... p21

Figure N° 3 : Le schéma global de fabrication du beurre au niveau de LFB..... p 22

Figure N 4: Beurre et babeurre (photo originale)p24

Figure N°5 : Etape de fabrication de yaourt à base de babeurre.....p28

Figure N° 6 : Dénombrement des germes totaux.....p33

Figure N°7 : Méthode de la recherche et de numération des germes Aérobie mésophiles totaux..... p34

Figure N° 8 : Dénombrement des coliformes p 35

Figure N°9 : Méthode des étapes de la recherche et le dénombrement des coliformes ...p 36

Figure N° 10 : Dénombrements des staphylococcus..... p37

Figure N°11 : Les produits A, B, C et D testés du yaourt..... p 38

Figure N° 12 : pH et Acidité du lait cru, lait écrémé, crème et babeurre..... p 43

Parties résultats et discussion

Figure N° 13 : Caractérisation chimique du lait cru, lait écrémé, crème et babeurre.....p44

Figure N° 14 : Evolution de l'Acidité en fonction du temps des produits testésp49

Figure N°15: Evolution de pH en fonction de temps des produits testés.....p50

Figure N°16 : Evolution de la Viscosité en fonction de temps des produits testés.....p51

Figure 17 : Classement des produits selon le goutp55

Figure 18: Classement des produits selon la texture..... p56

Liste des abréviations

AFNOR : association française de normalisation

°C : Degrés Celsius.

°D : Degré Dornic.

EPS : exo polysaccharide.

ESD Extrait Sec Dégraissé

EST : Extrait Sec Total.

H% : Humidité en pourcent.

J.O.R.A : journal officiel de la République Algérienne.

Lb : Lactobacillus.

LFB : Laiterie Fromagerie de Boudouaou.

MG : Matière grasse.

MGGL : Membrane du globule gras du lait.

PCA : Plate Count Agar.

pH : Potentiel d'Hydrogène.

St : Streptococcus

Introduction Générale



Introduction

L'industrie laitière est l'une des plus polluantes car elle rejette d'importantes quantités de lactosérum et de babeurre. Le babeurre, sous-produit de la fabrication du beurre, est un liquide blanchâtre obtenue au cours du processus de barattage de la crème, sa composition est voisine de celle du lait écrémé (Pointurier et Adda J, 1969). Le babeurre est un coproduit de l'industrie beurrière. Il est, principalement, constitué des composés hydrosolubles de la crème tels que les protéines (caséines et protéines solubles), les minéraux et le lactose. Par ailleurs, le babeurre est caractérisé par la présence résiduelle de fragments de la membrane des globules gras (MGGL). Les constituants de la MGGL incluent diverses protéines membranaires, ainsi que des phospholipides possédant d'intéressantes propriétés fonctionnelles (Spitsberg, 2005; Dewettinck et al, 2008).

La composition et les propriétés du babeurre rendent cet ingrédient fonctionnel potentiellement très intéressant dans la fabrication des aliments et en particulier les produits laitiers. En effet, le babeurre est utilisé dans la fabrication de Cheddar (Turcot et al, 2002) et de Mozzarella (Poduval et Mistry, 1999), l'addition de babeurre, augmente le rendement fromager. Il est aussi utilisé en boulangerie (Vetter, 1984) et dans la préparation de mixtures pour plusieurs aliments, tels que les sauces et les produits à base de chocolat (Chandan, 1997). Selon Trachoo et Mistry (1998) l'incorporation de ce sous-produit dans les yaourts permet de réduire la synérèse et d'améliorer la texture du gel.

Le yaourt constitue le principal défi pour l'industrie laitière car elle doit offrir un produit "santé" dont la qualité organoleptique est acceptable. Ainsi, les yaourts permettraient aux gens de combler leurs besoins en calcium sans toutefois augmenter leur consommation de gras et de cholestérol. En plus de son importance nutritionnelle, le yaourt est considéré, pendant longtemps, en tant que nourriture saine due à l'action bénéfique de ses deux bactéries vivantes (*Lactobacillus 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. (Jeantet et al, 2008).

Pour la réalisation de notre travail, nous nous sommes intéressés à la valorisation du babeurre sous-produit du beurre de l'unité laitière et fromagère de Boudouaou. Le rejet des quantités importantes, dans la nature, de ce sous-produit représente une perte en éléments

nobles du lait (lactose, protéines, minéraux et matière grasse) et une pollution de notre environnement.

L'objectif de notre travail consiste donc à valoriser ce sous-produit en l'utilisant dans la fabrication d'un yaourt étuvé.

Cette étude est composée de 4 parties :

- Les chapitres I et II sont consacrés à une synthèse bibliographique sur le babeurre, le beurre et le yaourt.
- Les chapitre III et IV de ce mémoire sont réservés au travail expérimental qui comporte :
- Un chapitre matériels et méthodes qui explique les différentes démarches suivis dans ce travail.
- Un dernier chapitre qui fera l'objet d'une interprétation et discussion des résultats obtenus.

Ce mémoire sera clôturé par une conclusion générale tout en synthétisant les principaux résultats trouvés et en proposant d'autres méthodes de valorisation du babeurre.

Chapitre I

Beurre et Babeurre



Beurre

Babeurre

Crème fraîche

I-1 Le beurre**I-1-1-Introduction :**

Le beurre est le produit obtenu par le barattage de la crème. Dans le beurre la matière grasse forme une phase continue emprisonnant à la fois les globules gras restés plus ou moins intacts, la proportion de la matière grasse restée à l'état globulaire varie avec le procédé de fabrication.

La fabrication de beurre consiste en la destruction de la suspension globulaire et une inversion de phase accompagnée d'une séparation de la plus grande partie de la phase non grasse le babeurre. Alors que le lait constitue une émulsion du type grasse dans l'eau, le beurre est une émulsion de type eau dans grasse. L'opération de barattage nécessite deux phases distinctes :

- Une phase continue de matière grasse
- Une phase discontinue contenant des gouttelettes d'eau, des débris des membranes de globules gras, des particules de caséines, des globules gras plus ou moins intacts et des bulles d'air (Mahaut M et al, 2000).

I-1-2-Définition de beurre :

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). Il doit présenter pour 100g de produit fini 82g de matière grasse laitière au minimum, 2g de matière sèche non gras au maximum et 16g d'eau au maximum (Mahaut M, 2008).

I-1-3-Composition de beurre :

Le beurre est un corps gras de haute qualité et une très bonne source de vitamines liposolubles surtout A et D. Sa consommation raisonnable permet à l'organisme de bénéficier d'un ensemble d'acide gras qui se trouve dans les constituants essentiels de la phase grasse.

Le tableau N° 1 résume la composition pondérale moyenne du beurre.

Tableau N°1 : Composition pondérale moyenne du beurre (Pointurier et Adda, 1969)

Composants	%	Détail et proportion	
Phase grasse	>82(82 à 84)	Triglycérides	82
		Phospholipides	0.2 à 1
		Carotène	3 à 9 mg.kg ⁻¹
		Vitamine A	9 à 30 mg.kg ⁻¹
		Vitamine D	0.002 à 0.04 mg.kg ⁻¹
		Vitamine E	8 à 40 mg.kg ⁻¹
Eau	<16 (14 à 16)		
Extrait sec dégraissé	<1.8 (0.4 à 1.8)	Lactose	0.1 à 0.3
		Acidité lactique	0.15% beurre de crème acide
		Matière azotée dont :	0.2 à 0.8
		-Caséine	0.2 à 0.6
		-Protéine soluble	0.1 à 0.05
		-Protéine membranaire peptidique acides aminés	Traces
		Sels autres que NaCl dont :	0.1
		-Citrates	0.02
		-Vitamines C	3mg.kg ⁻¹
		-Vitamines B ₂	0.8 mg.kg ⁻¹

I-1-4-Qualité du beurre :

Le beurre doit répondre à des normes de composition et d'hygiène qu'on vérifie à l'aide d'analyses appropriées. Les épreuves les plus courantes se rapportent aux teneurs en matière grasse « minimum 80% », en eau et en sel. De son côté, le dénombrement des levures et moisissures donne des informations sur les conditions hygiénique de la fabrication, leurs présences est un indice de recontamination après la pasteurisation de la crème.

Le beurre est soumis à des normes de qualité sensorielle évaluée d'une échelle de pointage à la suite de l'examen de la saveur, la texture, l'incorporation de l'eau, de la dissolution du sel et l'emballage (Vignola. L, 2010).

I-1-5-La crème:

Selon le codex alimentaire « CODEX STAN A-9-1978 »: La crème est « le produit laitier plus au moins riche en matière grasse séparée du lait, qui se présente sous la forme d'une émulsion de type grasse dans le lait écrémé (Luquet, 2005).

La crème est produite en concentrant la matière grasse du lait par centrifugation. Tout dépend des paramètres de la séparation, tels que la température, la vitesse de centrifugation et le réglage du débit. La crème peut avoir un contenu lipidique allant de 30 à 60% (Bylund, 1995), dont 20g d'acide gras saturés, 9g d'acide gras mono insaturés, 1g d'acide gras poly insaturés pour 100g (Apfel Baum et al, 2004).

Dans la fabrication du beurre en discontinu, la crème est standardisée à 35 à 40 % de matière grasse, alors que dans le procédé en continu, la teneur en matière grasse de la crème est plutôt située entre 40 et 45 % (Mahaut et al, 2000).

La composition moyenne de la crème fraîche à 30% de la matière grasse est représentée dans le tableau N°2:

Tableau N°2 : Composition moyenne de la crème fraîche à 30% de la matière grasse :

Matière grasse	30%
Lactose	3.1%
Protéines	2.3%
Minéraux	0.5%
Calcium	90 mg/100 g
Eau	59%

I-2-Le babeurre**I-2-1-Introduction :**

Le babeurre représente la fraction aqueuse libérée lors de l'inversion de phases nécessaire à l'obtention du beurre à partir de la crème, lors du processus de barattage. Il est, aussi, appelé lait de beurre avec une composition similaire au lait écrémé. Ce sous-produit est principalement constitué des composés hydrosolubles de la crème tels que les protéines lactiques, les minéraux et le lactose. Toutefois le babeurre se différencie par la présence résiduelle de fragments de la membrane des globules gras (MGGL). Les constituants de la MGGL incluent diverses protéines membranaires, ainsi que des phospholipides possédant d'intéressantes propriétés fonctionnelles.

I-2-2-Définition du babeurre :

Selon (Pointurier et AddaJ, 1969). C'est un liquide blanchâtre qu'on extrait après la formation du beurre, sa composition est voisine de celle du lait écrémé.

I-2-3-Type de babeurre :

- ✓ **Le babeurre acide :** La crème est acidifiée au moyen de lactobacilles. Cette méthode permet d'obtenir du beurre à partir de crème acidifiée et du babeurre acide
- ✓ **Le babeurre doux:** La crème n'est pas acidifiée avant d'être transformée en beurre. On obtient alors du beurre à partir de la crème douce et du babeurre doux. Etant celui qui suscite le plus d'intérêt pour la fabrication fromagère. (Veringa et al, 1976).

I-2-4-Composition de babeurre :

Le babeurre possède une composition similaire à celle du lait écrémé à l'exception du fait qu'il contient plus de matières grasses, soit environ 5,8% comparativement à 0,8%, lorsque quel est exprimé sur base sèche (Chandan, 2011). Il est caractérisé par une très haute valeur nutritionnelle grâce à sa richesse en protéines, lactose, lipide et des sels minéraux (Burgaud J.L, 1969).

Le Tableau 3 présente la composition moyenne du lait entier et écrémé, comparativement à celle du babeurre.

Tableau N°3 : composition de divers produits écrémés exprimés en base de matière sèche (100g) (CHANDAN, 2011)

	Lait entier	Lait écrémé	Babeurre
- Protéine	26.3	36.2	34.3
- Matière grasse (g)	26.7	0.77	5.78
- saturés (g).	16.7	0.50	3.60
- mono –insaturés (g)	7.92	0.20	1.67
- polyinsaturés(g)	0.67	0.03	0.22
- cholestérols (mg)	97	20	69
- glucide (mg)	38.4	52.0	49.0
- Humidités	2.47	3.16	2.97
- Calcium (mg)	912	1257	1184
- Potassium (mg)	1330	1794	15.92
- Phosphore (mg)	776	968	933
- Sodium (mg)	371	535	517
- Magnésium (mg)	85	110	110

❖ Les protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (Vignola Carole. L, 2002).

Le contenu protéique du babeurre se compose principalement des caséines qui sont en suspension colloïdale qui se regroupent sous forme de micelles et qui précipitent sous l'action de la présure, ou lors d'acidification à un pH d'environ 4,6 ; d'autre part les protéines de sérum (aussi nommées protéines sériques) qui sont en solution colloïdale et précipitent sous l'action de la chaleur (Vignola Carole. L, 2002). Ces deux types constituent près de 90% de l'ensemble des protéines présentes dans le babeurre (Turcot et al, 2001). Le reste est composé de protéines mineures, incluant les protéines de la MGGL.

❖ Les lipides

Le profil des lipides trouvés dans le babeurre est similaire au lait écrémé, mais renferme une plus grande quantité de lipides polaires issus des fragments de la membrane du globule (MGGL) gras du lait. Le babeurre contient aussi de petits globules de gras qui ont résisté au processus de barattage (Pointurier, 1986).

❖ Les minéraux et les sels

La composition minérale du babeurre est similaire à celle du lait écrémé. Cependant, des concentrations inférieures en calcium (Surel, 1993; O'connell & Fox, 2000) et en Phosphore (Surel, 1993) ont été observées dans le babeurre. Les minéraux du lait, tout comme ceux du babeurre, sont répartis soit à l'état soluble, sous la forme d'ions ou de sels, ou à l'état colloïdal associé aux micelles de caséine. Le tableau N°4 montre la composition moyenne des principaux minéraux retrouvés dans le lait et leur distribution entre la phase soluble et micellaire.

Tableau N°4 : Composition en minéraux et sels du lait et leur distribution (Walstra et al. 2006).

Constituants	mg /100 g de lait %	soluble %	micellaire %
Na	48	95	5
K	143	94	6
Ca	117	32	68
Mg	11	66	34
Cl	110	100	0
CO3	10	100	0
SO4	10	100	0
PO4	203	53	47
Citrate	175	92	8

I-2-5-Utilisations du babeurre :

Industriellement, le babeurre trouve peu d'applications. Dans l'industrie laitière, le babeurre est utilisé dans la formulation des fromages, des crèmes glacées et des yaourts. Toutefois,

selon (Trachoo et Mistry ,1998), bien que l'incorporation de poudre de babeurre dans les yaourts permette de réduire la synérèse et d'améliorer la texture du gel, ces derniers manquent des saveurs typiques. Dans la fabrication de Cheddar (Turcot et al, 2002) et de Mozzarella (Poduval et Mistry, 1999), l'addition de babeurre, par la rétention de fragments de MGGL, augmente le rendement fromager en haussant la rétention d'eau. Cette rétention est principalement due à la présence des phospholipides dans la MGGL. Les fromages additionnés de babeurre développent souvent un goût de beurre et de saveurs rances (Raval et Mistry, 1999; Turcot et al, 2001).

De même, l'addition de babeurre au lait de fromagerie à des pourcentages de plus de 10% crée des caillés comportant des défauts de texture et une humidité trop élevée, attribuable à la présence de phospholipides (Joshi et al, 1994).

L'industrie de la boulangerie / pâtisserie utilise aussi le babeurre pour l'amélioration de la saveur et la texture des produits (Vetter, 1984). Les autres utilisations industrielles du babeurre visent la préparation de mixtures pour plusieurs aliments, tels que les sauces, et les produits à base de chocolat (Chandan, 1997). Toutefois, dû à sa faible stabilité oxydative et à sa valeur nutritionnelle similaire au lait écrémé, le babeurre est souvent employé en nutrition animale. Le contenu important en fragments de MGGL dans le babeurre lui confère des propriétés émulsifiantes intéressantes.

D'un point de vue économique, la composition et les propriétés du babeurre rendent cet ingrédient fonctionnel potentiellement très intéressant. Néanmoins, les domaines d'applications sont encore trop limités pour permettre une exploitation suffisante des ressources disponibles.

I-2-6-Conclusion :

Le babeurre, sous-produit du beurre, est peu valorisé par l'industrie laitière algérienne. Avec une composition similaire au lait écrémé, il constitue un fort potentiel de valorisation protéique utilisable dans l'industrie de la formulation alimentaire et plus précisément, dans l'industrie fromagère.et dans la fabrication des yaourts.

Chapitre II

Yaourts



II-Yaourt :

II-1-Introduction :

Traditionnellement, c'est le yaourt dit « nature » et ferme qui constituait l'essentiel des productions de laits fermentés. Dans les années 1960-1970, sont apparus les produits sucrés puis aromatisés et aux fruits. Actuellement, ils sont majoritaires sur le marché L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante de la commercialisation des laits fermentés. En outre, le développement commercial des produits pro-biotiques est important et correspond à une demande du consommateur (Rousseau, 2005).

II.2- Définition :

Le codex Alimentarius, norme n° A-11 (a)(1975) définit le yaourt comme suit : le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de « *Lactobacillus bulgaricus* » et de « *Streptococcus thermophilus* » à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc....). Le coagulum I obtenu est ferme, sans exsudation de lactosérum, il peut aussi être congelé et consommé comme une glace.

Les micro-organismes du produit fini doivent être viables et abondants (Luquet F.M, 1990), plus précisément la réglementation française (décret n° 88-1203, 30 décembre 1988, art 2 et suivants) fixe la quantité minimum à 10 millions de bactéries/g

II.3-Différents types du yaourt :

Il existe deux types de yaourt :

- ❖ **Yaourt ferme** : dit yaourt traditionnel ou étuvé où la fermentation (incubation et refroidissement) a lieu en pots. Ce sont généralement des yaourts nature et/ou aromatisés.
- ❖ **Yaourt brassé** (à caillé brassé) : plus liquide dont la fermentation a lieu en cuve avant brassage et conditionnement, c'est le cas des yaourts veloutés nature ou aux fruits (Luquet .F.M; 1990).

II-3-1-Les ferments lactiques :

Sont des bactéries non pathogènes parmi les quelle on distingue deux catégorie : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Les bactéries lactiques sont des

micro- organismes utiles à l'homme lui permettant de fabriquer et conserver un grand nombre de ses aliments.

Le ferment lactique transforme le lait en yaourt, il s'agit d'une fermentation lactique, car les bactéries transforment les éléments du lait en substances dont l'une d'elles l'acide lactique qui permet au yaourt d'acquérir son goût acide .sa couleur crémeuse et son aspect solides par coagulation

La vitesse de fermentation dépend de la température, c'est à 40, 45C° que l'activité des bactéries est favorisée.

II-4- Caractéristiques générales des bactéries du yaourt :

a- Streptococcus Thermophilus

Streptococcus Thermophilus est une cocci Gram positive, anaérobie facultative non mobile. On le trouve dans les laits fermentés et les fromages (Dellaglio et al, 1994.Roussel et al, 1994).Thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0.1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes (Dellaglio et al, 1994). Elle est isolée exclusivement du lait et des produits laitiers sous forme de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires. Sa température optimale de croissance varie entre 40°C et 50°C. Son métabolisme est du type homo-fermentaire (Lamoureux, 2000). Le rôle principal de *St. Thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, +-glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose) (Bergamaier, 2002).

b- Lactobacillus Bulgaricus :

Lb. Bulgaricus est un bacille Gram positif, immobile, asporulé, microaérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses. *Lb Bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ de 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty-Teyssset et al, 2000).

II-5-Intérêts et fonctions des bactéries du yaourt :**❖ Production d'acide lactique**

La production d'acide lactique est une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien. Le métabolisme est du type homo-fermentaire (production exclusive de l'acide lactique) (Schmidt et al, 1994).

L'acidité du yaourt est communément exprimée en degré Dornic ($1^{\circ}\text{D} = 0.1 \text{ gr/l}$ d'acide lactique) elle se situe entre 100 et 130 $^{\circ}\text{D}$ (Loones, 1994).

L'importance de l'acide lactique durant la fabrication du yaourt peut se résumer Comme suit :

Il aide à déstabiliser les micelles de caséines, ce qui conduit à la formation de gel.

- Il donne au yaourt son goût distinct et caractéristique, comme il contribue à la saveur et l'aromatisation du yaourt (Tamime et al 1999. Singhsudheer et al, 2006).
- Intervient comme inhibiteur vis-à-vis des microorganismes indésirables (Leory et al, 2002).

❖ Activité protéolytique

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries du yaourt doivent dégrader la fraction protéique du lait constitué de caséine et de protéines sériques, leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distinctes : les protéases et les peptidases.

Lb. Bulgaricus possède des protéases localisées pour l'essentiel au niveau de la paroi cellulaire. Cette activité protéasique permet d'hydrolyser la caséine en polypeptide.

St. Thermophilus est considérée comme ayant une faible activité endopeptidasique. Elle dégrade les polypeptides par son activité exopeptidasique en acides aminés libres.

❖ Activité aromatique

Divers composés volatiles et aromatiques interviennent dans la saveur et l'appétence du yaourt. C'est principalement le lactose qui intervient dans la formation de ces composés dans une fermentation de type hétérofermentaire. Parmi ceux-ci, l'acide lactique confère au yaourt son goût acidulé. L'acétaldéhyde qui provient en grande partie de la thréonine, joue un rôle essentiel dans ces caractéristiques organoleptiques recherchées. La concentration optimale de ce métabolite est estimée à environ 10 ppm. Sa production due principalement au

lactobacille est augmentée lorsque ce dernier est en association avec le streptocoque qui en élabore de faibles quantités.

L'acétaldéhyde peut provenir :

- ❖ Du pyruvate, soit par action du pyruvate décarboxylase ou par action du pyruvate déshydrogénase (appelée aussi pyruvate formate lyase).
- ❖ De la thréonine par l'action de la thréonine aldolase.
- ❖ Le diacétyl contribue à donner un goût délicat qui est dû à la transformation de l'acide citrique et secondairement du lactose par certaines souches de streptocoques.

D'autres composés (acétone, acétoïne...etc.) contribuent à l'équilibre et à la finesse de la saveur. Ceci résulte d'un choix avisé des souches, de leur capacité à produire dans un juste rapport les composés aromatiques et du maintien de ce rapport au cours de la conservation des levains et de la fabrication (Anonyme, 1995).

Notons que la saveur caractéristique du yaourt, due à la production du diacétyl et de l'acétaldéhyde, qui est recherchée dans les produits type « nature », est en partie masquée dans les yaourts aromatisés.

❖ *Activité texturante*

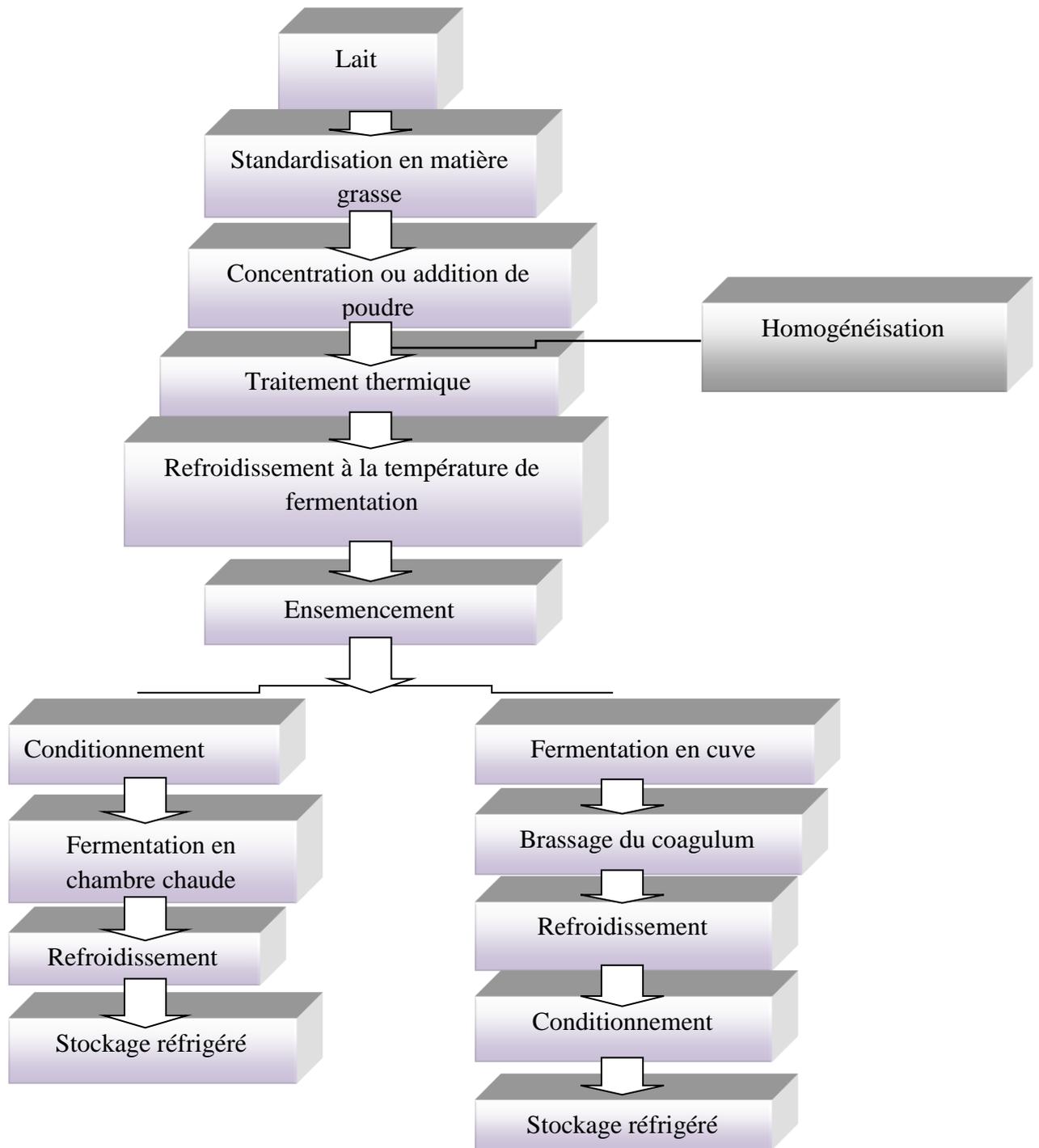
La texture et l'onctuosité constituent pour le consommateur d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt. Certaines souches bactériennes produisent à partir du glucose, des polysaccharides qui en formant des filaments limitent l'altération du gel par les traitements mécaniques et contribuent à la viscosité du yaourt. L'augmentation de la viscosité du yaourt est en général attribuée à la production d'exopolysaccharide (EPS) qui, selon une étude portant sur plusieurs souches serait essentiellement composée de rhamnose, arabinose et mannose (Schmidt et al, 1994).

Il est couramment admis que la production des EPS est le résultat de l'action exercée par *St. Thermophilus*. Mais d'après (Tamime et al, 1999) *Lb. Bulgaricus* possèdent une aptitude à produire des EPS composés de galactose, glucose, rhamnose à des rapports de 4/1/1.

II-6- Technologie de Fabrication du yaourt :

La fabrication de yaourt comporte plusieurs étapes dont la préparation et le traitement du lait, développement puis arrêt de la fermentation.

Le diagramme de fabrication des yaourts est présenté dans la figure N°1 :



Yaourt ferme

Yaourt brassé

Figure N°1 : Diagramme de fabrication du yaourt (Robinson et al, 1975).

II-6-1-Standardisation du mélange :

La matière première utilisée (lait frais, lait reconstitué, mélange des deux) doit être de bonne qualité microbiologique et parfaitement homogénéisée. L'extrait sec du lait de fabrication est un facteur important dans la fabrication car il conditionne la consistance et la viscosité du produit.

Les teneurs en matières grasses des yaourts de commerce sont généralement comprises entre moins de 1% pour les yaourts maigres, et 3.5% pour les yaourts au lait entier (voir plus jusqu'à 10%) dans certains pays, par exemple le Portugal, la Grèce, la Turquie (Béal et al, 2003).

II-6-2- Homogénéisation :

Le lait est acheminé vers l'homogénéisation où il est homogénéisé à une pression d'environ 200 à 250 atmosphères (pour favoriser la dispersion de la matière grasse (Inra, 1997), à une température de 85 à 90°C, elle est généralement combinée avec le traitement thermique. Ce traitement thermique entraîne notamment la destruction de germes pathogènes, l'inactivation des enzymes, la fixation de la plus grande partie des protéines solubles sur les molécules de caséine.

L'opération peut se faire avant la pasteurisation (ou la stérilisation) proprement dite, dès que la température voulue est atteinte ou après le traitement thermique. Dans ce cas, la consistance du yaourt semble meilleure, mais les risques de contamination sont à craindre (Alais, 1984).

II-6-3- Traitement thermique :

Le mix de fabrication est soumis à un traitement thermique à double objectif :

- Élimination de la plus grande partie de la flore microbienne naturelle, présente initialement dans le lait dont la flore d'altération ou pathogène.
- Amélioration des propriétés physiques du yaourt (viscosité, capacité de rétention d'eau).

Ce traitement peut être effectué selon deux procédés : le traitement batch (de plus en plus rare) ou le plus souvent le traitement en continu. Le traitement batch est réalisé dans des cuves à double enveloppe, par injection directe de vapeur dans la double enveloppe, ou par circulation d'eau chauffée par injection de vapeur. Dans ce cas, les barèmes appliqués sont généralement de 85°C à 90°C pendant 15 à 30min. Le système continu est plus rationnel pour les unités de fabrication industrielle. Il implique la mise en œuvre d'échangeurs à plaques ou tubulaires. Le traitement le plus courant dans ce cas est un chauffage à 92°C – 95°C pendant quelques minutes (Casalis, 1975).

II-6-4-Refroidissement et ensemencement :

Le lait est refroidi pour atteindre la température optimale de fermentation (vers 45 °C). L'ensemencement c'est l'inoculation de deux germes spécifiques du yaourt, se fait le plus souvent à partir d'un levain déjà préparé en cuve (INRA, 1997).

La quantité d'ensemencement minimum varie selon la vitalité des cultures entre 0,5 et 1%, la quantité d'ensemencement maximale se situe à environ 5- 7%. Il ne faut pas dépasser ces valeurs sinon l'apport d'acide lactique et de lait caillé peut être trop important (risque de texture granuleuse) de même l'acidification peut être trop rapide

II-6-5-Incubation :

Durant l'incubation, les ferments transforment le lactose du lait en acide lactique et les protéines coagulent naturellement. Cette transformation correspond au développement de l'acidité dans le yaourt ; elle est sous la dépendance de deux facteurs : la température et la durée. On choisira une température optimale de développement de *Streptococcus thermophilus* soit 42-45°C plutôt qu'une température proche de l'optimum du *Lactobacillus bulgaricus* (42°C) car il est préférable que les *Streptococcus* assurent le départ de la fermentation lactique. Cette température voisine de 42-45°C est d'ailleurs la température symbiotique optimum,

La durée d'incubation dépend de plusieurs facteurs comme :

- L'activité de la culture,
- Le taux d'ensemencement,
- La vitesse de refroidissement,
- Le pré incubation éventuelle,

Elle varie de 2h30 à 3h30 (Luquet, 1990).

II-6-6- Arrêt de la fermentation (refroidissement) :

Lorsque l'acidité atteint un certain seuil (70-80°C dans le cas du yaourt étuvé), il est nécessaire de bloquer l'acidification en inhibant le développement des bactéries lactique. Pour cela on va abaisser considérablement la température .C'est la phase dite de refroidissement.

II-6-7- Conditionnement :

Les emballages devront être aptes au contact avec les denrées alimentaires et leur utilisation sur les machines de conditionnement ne doit pas en changer leurs caractéristiques. En effet, ils doivent être inertes, ne donnant pas lieu à des réactions chimiques avec le yaourt au contact duquel ils se trouvent (Ocelli ,1997).

❖ Fabrication selon le type de yaourt :**✚ Yaourt ferme :**

La fermentation des yaourts fermes est réalisée directement dans les pots. En effet, les pots ensemencés et thermoscellés sont conditionnés sur palettes en étuve à la température de fermentation. Une fois l'acidité ciblée atteinte, les pots sont refroidis dans des chambres froides par circulation d'air refroidi ou en tunnels. Ils sont ensuite maintenus à basse température (4°C) pendant leur stockage, leur transport et lors de leur distribution. Ce refroidissement rapide permet de ralentir significativement la poursuite de la fermentation et par conséquent d'éviter l'obtention de produits trop acides en fin de vie ou jusqu'à la date limite de consommation (Luquet et al, 2005).

✚ Yaourt brassé :

Dans le cas des yaourts brassés, la fermentation a lieu en cuve après ensemencement du lait selon les mêmes principes que ceux cités dans le cas des yaourts fermes. Cette cuve, plus communément appelée «tank de maturation » est régulée en température tout au long de la fermentation. Cette régulation est réalisée soit à l'aide d'une double enveloppe dans laquelle circule de l'eau à température adéquate, soit par isolement thermique de la cuve.

II-7- Caractérisation des produits finis (yaourt) :

Un certain nombre de critères de caractérisation des produits de type yoghourt sont définis. Ils permettent de s'assurer de la qualité et de la sécurité des produits finis. Comme tous les produits laitiers, ils doivent en plus, être conformes aux réglementations en vigueur dans les pays où ils sont vendus.

✓ Caractères physico-chimique :

Des contrôles physico-chimiques doivent être effectués sur les lignes de production selon un plan de contrôle bien défini.

- Le PH est mesuré sur les produits par un PH-mètre, directement par une sonde dans le pot.
 - Des mesures de texture sont généralement réalisées par pénétromètre ou écoulement selon le type de produit. En général, le pénétromètre est plutôt utilisé dans le cas des yoghourts fermes alors que des mesures rhéologiques par écoulement sont utilisées dans le cas des yoghourts brassés (Luquet et al, 2005).
- ✓ **Caractères microbiologiques :**

La norme internationale (**ISO 7217 1986**) (règles générales pour les examens microbiologique) ou la norme FIL 122C, indiquent les lignes directrices générales pour la réalisation d'examens microbiologiques effectués selon des normes spécifiques (AFNOR, 2002a et b).

 **Bactéries lactiques :**

Des dénombrements sont réalisés sur les produits finis. Les valeurs cibles s'adaptent aux réglementations, aux allégations et aux exigences supplémentaires que le fabricant s'impose éventuellement tel que plus de 10^7 bactéries/g à DLC (date limite de consommation). L'identification et le dénombrement des micro-organismes caractéristiques du yoghourt (*Lb. Bulgaricus* et *St. Thermophilus*) sont régis par les normes de la FIL 146 (1991) et 117B (1997), respectivement. Les milieux de culture utilisés sont le MRS acide pour les lactobacilles et le milieu M17 pour les streptococcus.

 **Caractères sensoriels :**

L'analyse sensorielle a pour but de décrire les caractéristiques organoleptiques des produits de façon objective et quantifiable selon des critères bien définis d'aspect de texture (texture à la cuillère et texture en bouche) , de saveurs et d'arômes. Ces deux derniers critères, souvent confondus, méritent d'être précisés :

✓ **Saveurs :**

Les saveurs de base sont le salé (caractéristique du sel de cuisine), le sucré (caractéristique du sucre, de la confiture..), l'acide (caractéristique du citron, du vinaigre) et l'amer (caractéristique du café, de l'endive), elles sont perçues sur la langue au niveau des papilles gustatives. Dans l'étude des produits laitiers, on y associe souvent un cinquième critère qui n'est pas une saveur proprement parlé mais une sensation tactile très importante pour décrire ce type de produits : l'astringence

(resserrement des papilles qui provoque une sensation de sécheresse en bouche, telle que celle provoquée par exemple par les tanins du thé ou du vin).

✓ **Arôme :**

L'arôme est important pour les yaourts nature (il dépend de la croissance des ferments lactiques et des caractéristiques des micro-organismes utilisés), et pour le yaourt aux fruits il faut retrouver le goût du fruit utilisé.

L'appréciation des compositions de l'arôme peut être organoleptique ou elle peut être effectuée par dosage chimique des composants volatiles (Renzo ,1988).

II-8-Conclusion :

Bien que la fabrication et la consommation du lait fermenté remontent aux plus hautes antiquités, les progrès réalisés dans l'élaboration, la standardisation et la diversification des yaourts correspondent pour la plupart aux efforts de recherches entrepris au cours du siècle dernier. Avec les progrès technologiques réalisés, le yaourt apparait comme un produit laitier très digeste qui possède une grande valeur nutritionnelle et qui est apprécié pour son goût et sa texture. C'est un produit consommé, la plupart du temps, comme dessert. Il est très demandé, car il convient à toutes les tranches d'âge et même chez les sujets intolérants au lait.

Chapitre III

Matériels et méthodes



Introduction :

L'objectif de notre travail est de mettre en évidence l'intérêt de l'utilisation du babeurre, issu de la fabrication du beurre de l'unité laitière et fromagère de Boudouaou (LFB), comme substitut du lait écrémé dans la fabrication de yaourt étuvé afin d'inciter les entreprises fromagères Algérienne à traiter ce sous-produit et de l'incorporer dans de nombreuses préparations alimentaires.

La présente étude s'est déroulée sur une période de 02 mois en deux parties. La première partie a été réalisée au niveau de LFB où un contrôle de la chaîne de fabrication du beurre a été suivi, afin de connaître le déroulement des différentes étapes de la fabrication du beurre jusqu'à l'évacuation de babeurre. La deuxième partie de ce travail a été réalisée au niveau des laboratoires de l'université de BOUMERDES Faculté Science de l'Ingénieur (FSI) où nous avons utilisé le babeurre à différentes proportions dans la fabrication du yaourt étuvé.

➤ **Les différentes étapes de notre étude sont les suivants :**

- Suivi des différentes étapes de la fabrication du beurre.
- Analyses physico-chimiques du lait cru, lait écrémé, la crème, beurre, et le babeurre.
- Analyses micro- biologique du lait de vache et babeurre avant et après pasteurisation.
- Essai de fabrication d'un yaourt nature étuvé à base du babeurre.
- Analyses organoleptique, portant sur le goût et la texture, des produits obtenus. Pour les interprétations statistiques des résultats nous avons utilisé le test de Friedman.

III .1.Matériels.**III.1.1 Les réactifs (voir annexe N° I).****III.1.2 Matériel biologique.**

- ✓ lait cru
- ✓ lait écrémé
- ✓ la crème fraîche
- ✓ beurre
- ✓ babeurre
- ✓ yaourt

Les échantillons du babeurre sont prélevés au cours de l'étape de barattage de la crème (Figure N°2), dans des flacons propres et conservés à 4C°, jusqu'à analyse et valorisation.



Figure N°2 : L'écoulement du babeurre

III. 2. Méthode :

III.2.1 Méthodes d'obtention du babeurre :

Le diagramme de fabrication du beurre jusqu'à l'évacuation de babeurre est présenté dans la figure N°3.

1. Réception du lait:

L'unité de BOUDOUAU (LFB) reçoit des citernes de lait cru de différents éleveurs de la région, en quantité moyenne de 30 000 l/jour, et peut aller jusqu'à 40 000l/jour et plus. Dès l'arrivée de camion, des prélèvements sont effectués pour réaliser des tests permettant de s'assurer de la bonne qualité du lait avant sa transformation, on recherche par exemple les traces d'antibiotique qui auraient été administrés aux vaches, et il subit également des tests de qualité et de température. Le lait est ensuite refroidit et stocké dans des cuves avant son utilisation.

2. Filtration:

Au niveau de LFB de BOUDOUAOU dès l'acceptation du lait, une double filtration doit être effectuée pour assurer une épuration convenable du lait.

3. Prés chauffage :

Le lait est ensuite préchauffé dans des échangeurs à plaques à 45 - 50°C, pour faciliter l'écémage et pour avoir un meilleur rendement de la crème.

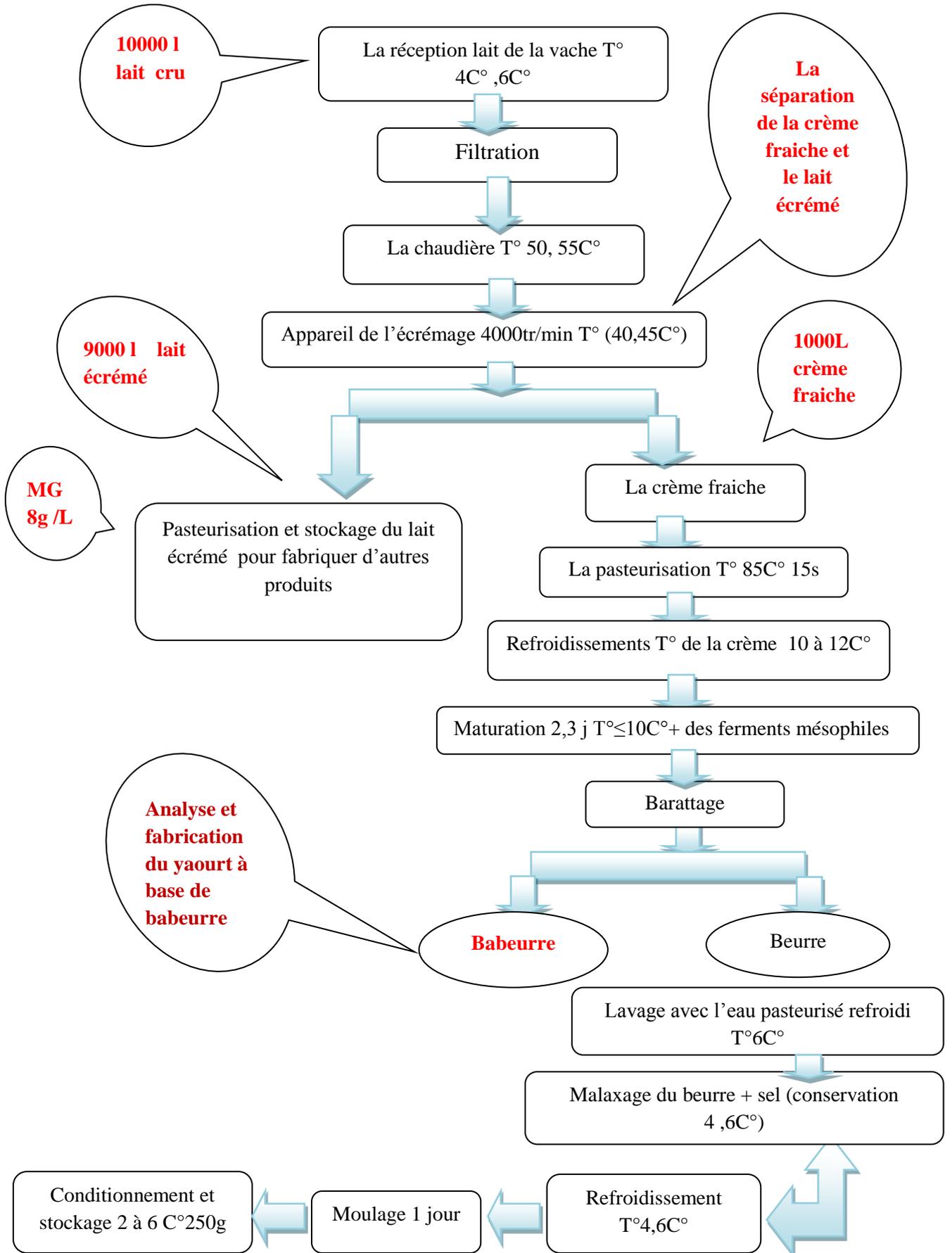


Figure N° 3 : Le schéma global de fabrication du beurre au niveau de LFB.

4. Ecrémage :

Quelle que soit l'utilisation de la matière grasse, celle-ci est d'abord séparée du lait au cours de l'opération d'écémage qui donne deux produits: le lait écrémé et la crème (FAO, 1995). Auparavant, le lait est chauffé à 50°C pour l'obtention d'un meilleur rendement d'écémage. La matière grasse est plus légère que l'eau ; elle remonte naturellement à la surface du lait. Le phénomène peut être accéléré au moyen d'une écèmeuse (voir photo annexe N°II).

Le lait cru versé dans une turbine qui tourne à très grandes vitesses « force centrifuge ». La phase aqueuse, plus dense que la matière grasse, est refoulée vers les parois de la turbine et y est recueillie (représente le lait écrémé ; il sera stocké dans un tank pour une autre préparation laitière). La matière grasse, plus légère évolue vers le centre de la turbine, (représente la crème ; qui sera utilisée pour la préparation de la crème fraîche et du beurre). Le lait écrémé doit être pasteurisé, quel que soit l'usage auquel on le destine, à cause de la facilité avec laquelle il s'altère, cette opération est surtout indispensable dans les laiteries importantes où la quantité du lait écrémé augmente chaque jour (Larbaetrier Albert ; 1989). La crème issue de l'écémage est orientée directement vers un tank de récupération où elle sera utilisée dans d'autres préparations tel que la crème fraîche et beurre.

5. Pasteurisation de la crème :

La pasteurisation de la crème est essentielle à la destruction de micro-organismes pathogènes et à l'inactivation d'enzymes (lipases, protéases). L'intensité du traitement thermique varie de 85 à 110°C pendant 15 à 20 secondes (Mahaut M, 2008).

6. Refroidissement :

La matière grasse liquéfiée ; sous l'effet du froid se cristallise de façon variable selon le mode de refroidissement. Plus le refroidissement est énergique, plus la phase solide augmente laissant moins de matière grasse libre ou liquide dans les globules gras. Au contraire, un refroidissement lent et graduel de la crème laisse une plus grande quantité de matière grasse liquide à l'intérieur des globules, ce qui donne un beurre de texture molle, et plus de perte de gras dans le babeurre (Paul Angers, 2002). Le programme de refroidissement de la crème pasteurisée a donc une grande importance, puisqu'en influençant le mode de cristallisation du gras il permet de contrôler la texture et la consistance du beurre. La température du refroidissement effectué est comprise entre 8 à 10°C, le repos de la crème dans des cuves de maturation dure environ 24 à 48 heures.

7. Maturation :

Le principe est de refroidir et de maintenir la crème à basse température assez longtemps pour obtenir une proportion optimale de gras solidifié par rapport au gras liquide (Angers, 2002). La maturation biologique permet d'acidifier la crème et d'y développer un arôme marqué et typique, de favoriser l'inversion de phase et de baisser le pH. L'ensemencement de la crème à 3-5% de bactéries lactiques s'effectue à l'aide d'une pompe doseuse. Aujourd'hui, l'acidité finale recherchée est nettement plus faible qu'elle ne l'était par le passé. La tendance est donc à une modération de la maturation biologique. Lorsque le pH atteint une valeur proche de 5,5-5,8, la maturation est ralentie par un refroidissement de la crème à 8°C (Jeant et al. 2008).

8. Barattage :

La crème est envoyée vers la baratte après maturité. Une succession des forces (actions) mécaniques disloquent la membrane des globules gras et libèrent la matière grasse. Cette dernière est agglomérée et une inversion de phase s'est produite. Il en résulte donc une masse de beurre et une phase aqueuse (le babeurre). Le babeurre contient la majorité des composés hydrophiles, soit les fragments de la MGGL, les protéines du sérum, le lactose et les minéraux. Une partie de l'eau et des fragments de la MGGL est toutefois retenue dans le beurre sous forme de fines gouttelettes.

La figure N°4 nous montre le beurre et le babeurre dans la baratte.



Figure N 4: Beurre et babeurre (photo originale)

La température de barattage diminue avec l'augmentation de la teneur en matière grasse dans la crème (Mahaut M, 2008). Pour obtenir un beurre de consistance et de texture satisfaisante, prévenir des pertes excessives du gras dans le babeurre et permettre une bonne conservation du produit fini, il faut choisir une température qui permette une durée de barattage de 40 à 60 minutes. Au printemps et en été, cette température est en moyenne de 7 à 10°C ; en automne et en hiver, elle peut se situer entre 10 à 13 °C (Paul Angers, 2002).

9. Lavage du beurre :

Le lavage est réalisé avec de l'eau pasteurisée et refroidie à 6°C. Ce lavage permet de refroidir, resserrer le grain de beurre, diluer et remplacer les gouttelettes de babeurre par de l'eau pure afin de limiter le développement microbien. En général, on ne peut pas descendre en-dessous de 0,5 à 1% de non-gras dans le beurre (Jeant et al, 2008). Au niveau de l'unité de BOUDOUAU le lavage se fait 2 à 3 fois pour chaque baratte.

10. Le malaxage du beurre :

Le malaxage est le traitement destiné à mélanger intimement les granules de beurre entre elles pour obtenir un produit de consistance et de texture désirables. C'est un facteur important de conservation du beurre, dans la mesure où les germes ne se développent que dans la phase aqueuse. Il a par ailleurs une influence sur son évolution chimique, car il augmente la surface de contact entre la matière grasse et la phase non gras (Mahaut M, 2008). Mais il faut maîtriser la T°C (le moins de réchauffement possible). Il a aussi pour effet d'expulser le gras liquide et les cristaux des globules gras.

Pour la fabrication de beurre salé, c'est pendant le malaxage que l'ajout de sel peut se faire. La teneur en sel est limitée à 1,5%.

11. Conditionnement :

Il est variable :

- Micro formats pour la restauration individuelle ou collective (10g).
- En plaquettes pour la consommation familiale (250g).
- Grands formats destinés aux industries agroalimentaires (1kg, 5kg).

Les matériaux utilisés sont les papiers sulfurisés, et les sachets en plastique.

L'étiquetage doit comporter les informations suivantes :

- la dénomination du produit.
- le lieu de fabrication.
- la mention « à conserver à +4 à +6 C° ».
- le poids net exprimé en gramme.
- la date limite de consommation.

12. Stockage :

Le beurre est stocké et conservé dans une chambre froide à 4 – 6°C, afin d'améliorer leur propriétés physiques (aspect, couleur et texture) et organoleptique (goût et flaveur).

III.2.2 Essai de l'incorporation du babeurre dans la fabrication d'un yaourt étuvé :

Les étapes de la préparation du yaourt.

✓ Préparation de levain

On introduit 0,2 gramme de ferment lyophilisé composé de deux souches (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophiles*) dans un béccher d'un litre contenant 500 ml de lait reconstitué pasteurisé. Bien mélanger et incuber à 45°C jusqu'à l'obtention d'une acidité de 95°D (Boudier, 1990).

Dans nos expériences nous avons utilisé des pots de yaourt nature à la place des levains lactiques.

✓ Préparation des matières premières

Les différents produits utilisés pour la fabrication du yaourt sont :

- ✓ lait de la vache (EST= 121 g /l).
- ✓ Babeurre (EST= 97 g /l).
- ✓ Poudre de lait écrémé (EST 95.10%).

Afin d'avoir un extrait sec total (EST) de 130g/l pour l'ensemble des produits testés (A, B, C et D) nous avons procédé à une standardisation par ajout de poudre de lait écrémé.

✓ Traitement Thermique du lait et du babeurre

Le Lait cru et le babeurre sont pasteurisés à 75°C pendant 15secondes dans un bain marie.

✓ Ensemencement

L'ensemencement est l'apport des deux souches bactériennes vivantes qui provoquent la fermentation du lait.

- Lactobacillus bulgaricus qui apporte l'acidité.
- Streptococcus thermophiles qui développe les arômes.

L'ensemencement est réalisé avec 1 pot de yaourt nature par litre de produit (lait de vache et babeurre).

✓ Préparation des pots

Les essais sont réalisés selon l'ordre suivant :

1. Mélange A : 100 % babeurre et 0% de lait
2. Mélange B : 70 % lait et 30 % babeurre.
3. Mélange C : 50% lait et 50% babeurre.
4. Mélange D : 100 % lait et 0% babeurre (témoin)

Le contenu de chaque béccher d'un litre est versé dans 9 pots ce qui donne un total de 36 pots du yaourt.

✓ Incubation

Les pots sont mis en étuve à 43-45°C pendant environ 5 heures. A la sortie de l'étuve, le yaourt est refroidi rapidement à + 4°C.

Les mesures de l'acidité, le pH et la viscosité ont été effectués au cours de l'incubation de t_0 et après chaque 40 min d'incubation jusqu'à l'obtention d'une acidité d'environ 75°D. Après refroidissement +4°C, nous avons effectuées une analyse sensorielle qui a porté sur deux critères le goût et la texture. Pour les interprétations statistiques des résultats nous avons utilisé le test de Friedman.

Les étapes d'utilisation du babeurre dans la fabrication du yaourt étuvé réalisées au niveau de laboratoire sont schématisées dans la figure N° 5.

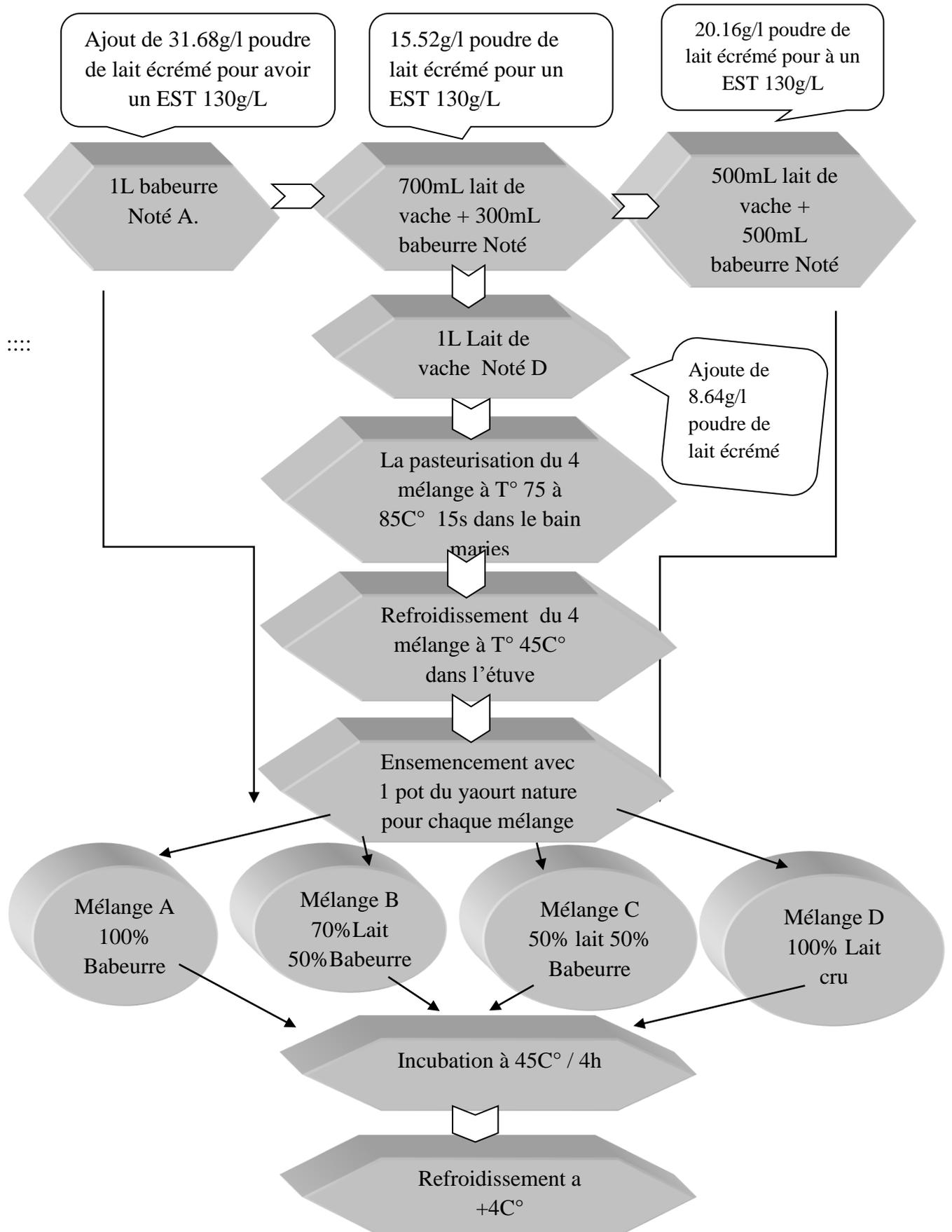


Figure N°5 Etape de fabrication de yaourt à base de babeurre

III.3. Analyses physico-chimiques et microbiologique :

- Les analyses microbiologiques sont effectuées sur le lait cru et le babeurre avant et après la pasteurisation.
- Les analyse physicochimique sont réalisées sur : le lait cru, babeurre, lait écrémé, la crème fraiche, beurre et le yaourt.

❖ **Le prélèvement**

La quantité prélevée doit être homogène et représentative. La méthode générale (la méthode de masse et surface) de prélèvement du produit dépend de la nature de ce dernier. Les techniques de prélèvement sont résumées dans le tableau N°5

❖ **Pour un produit liquide (lait cru, lait écrémé, crème et babeurre).**

- ✓ Ouvrir le robinet et laisser couler le produit « lait, crème fraiche ou babeurre ».
- ✓ Fermer le robinet et verser l'alcool.
- ✓ Laisser couler le produit quelques secondes.

Pour un produit solide (beurre)

- ✓ prendre un sachet propre et stérile.
- ✓ prélever aseptiquement, à l'aide d'une louche stérile, une quantité suffisante pour effectuer les analyses. Les lieux de prélèvement, le nombre et la quantité prélevée sont résumés dans le tableau N°5.

Tableau N° 5 : Les lieux de prélèvement, le nombre et la quantité prélevé

Paramètres	Lieu de prélèvement	Nombre et quantité prélevée	Type d'analyse
Lait de la vache	Robinet au niveau de la citerne dès l'arrivée ou au niveau du tank de pré stockage	-2litre dans des bouteilles stérilisés. -2 flacons de 225ml (microbiologie).	Physico-chimique et microbiologique
Lait écrémé	Robinet au niveau du tank de pré Stockage	-1 flacon de 225ml	Physico-chimique
La crème fraiche	Robinet au niveau de La cuve de maturation	-1 flacon de 225ml.	Physico-chimique
Beurre	Au niveau du chariot de Récupération	-100g	Physico-chimique
Babeurre	Robinet au niveau de la baratte	-2litre dans des bouteilles stérilisées. - 2 flacons de 225 ml (microbiologie).	Physico-chimique et microbiologique

Les échantillons prélevés sont conservés à 4°C soit au niveau de laboratoire LFB de BOUDOUAOU, soit ils sont conservés dans une glacière à une température proche de 4°C et transporté vers le laboratoire de l'université de BOUMERDES afin de compléter le reste des analyses.

III-3-1-Les analyses physico-chimiques :

Le but des analyses est d'évaluer la qualité physico-chimique du lait cru, lait écrémé, la crème, beurre et babeurre issu de la fabrication du beurre.

Les analyses effectuées sont :

- test d'antibiotique a été effectué sur le lait cru,
- Détermination de la densité (par lactodensimètre).
- Détermination de l'acidité titrable (par titration).
- Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique).
- Mesure de pH (pH mètre).
- Mesure de la teneur en matière sèche totale (par dessiccation).
- Viscosité : a été déterminée uniquement sur le yaourt.

Test d'antibiotique :

Ce test est basé sur l'emploi des récepteurs spécifiques lié à des particules d'or. Durant la 1ere étape d'incubation, les antibiotiques, s'ils sont présents dans l'échantillon du lait, se lient aux récepteurs. Pendant la 2eme étape d'incubation, le lait migre sur un support chromatographique qui présente trois bandes de capture

- la première, retient tous les récepteurs qui n'ont pas lié de Tétracyclines.
 - la deuxième bande sert de référence.
 - la troisième, retient tous les récepteurs qui n'ont pas lié de Beta lactames.
- **Mode opératoire (voir annexe N°III).**
 - **Détermination du pH (AFNOR 36-16, 1999).**

La mesure du pH est basée sur la différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence.

- **Mode opératoire (voir annexe N°III).**

✚ Détermination de la densité :

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau. Elle est mesurée à l'aide d'un thermolactodensimètre.

Mode opératoire (voir annexe N°III).**✚ Détermination de l'acidité titrable (AFNOR 36-16, 1999) :**

Le principe consiste à mesurer la teneur en acide lactique. Elle est déterminée par titrage volumique à l'aide d'une solution alcaline (NaOH N/9) en présence d'un indicateur coloré : la phénolphtaléine. Elle est exprimée conventionnellement en gramme d'acide lactique par litre de l'échantillon et en degré dornic (D°).

Mode opératoire (voir annexe III)**➤ Expression des résultats.**

L'acidité titrable est exprimée en « degré dornic » est donnée par l'expression suivante :

$$AC=V\times 10(D^\circ)$$

V : le volume en millilitre de solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) à 0,111 (N/9).

✚ Dosage de la Matière grasse par la méthode de Gerber (AFNOR NF 04-210, 1999)

L'échantillon est agité dans un butyromètre Gerber, avec de l'acide sulfurique et de l'alcool iso amylique qui facilite la séparation de la matière grasse, celle-ci est liquéfiée par augmentation de la température.

La centrifugation par une centrifugeuse Funk Gerber rassemble dans la partie graduée du butyromètre la matière grasse liquéfiée qui forme une couche claire et sa teneur est déterminée par la lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

➤ Mode opératoire (voir annexe N°III).**✚ Détermination de l'extrait sec totale (AFNOR NF 04-207, 1980) :**

La présente méthode décrit une technique de détermination de la teneur en eau du babeurre, quel que soit sa méthode d'obtention. On entend par « teneur en eau du babeurre » la

perte de masse de ce produit, lorsqu'il est soumis à la dessiccation dans une étuve de type Heaeus –électronique pendant 4 heures à la température de 102 °C jusqu'au poids constant.

- **Mode opératoire: (Voir Annexe N° III).**

Détermination de la teneur en cendre (AFNOR 36-16, 1999).

Les cendres sont des substances résultantes de l'incinération de la matière sèche à 600 °C pendant 4 heures dans un four à moufle jusqu'à l'obtention des résidus de couleur blanche.

La pesée du résidu obtenu est exprimée en pourcentage

- **Mode opératoire (voir annexe N° III).**

Mesure de l'extrait sec dégraissée :

La matière sèche dégraissée est obtenue par différence entre la matière sèche totale et la matière grasse. Les laits entiers contiennent habituellement de 90 à 95 g de matière sèche non grasse.

Extrait sec dégraissée (ESD) = extrait sec total (EST) - matière grasse (MG)

Détermination la teneur de lactose par La méthode de Bertrand (NF 04-213 1971)

Le lactose contenu dans la prise d'essai de la solution à doser réduit un volume de liqueur cupro-alcaline. L'oxyde de cuivre formé est dosé par manganimétrie. L'oxyde de cuivre formé dépend de la quantité de sucre contenu dans le lait. Le lactose est dosé sur le filtrat obtenu après défécation du babeurre par l'hexacyanoferrate de potassium et l'acétate de zinc.

Défécation du produit par hexacyanoferrate de potassium à 15% et l'acétate de zinc à 30% et calcule de la teneur en lactose après titration avec une solution de KMnO₄.

- **Mode opératoire : (Voir Annexe N° III).**

✚ Mesure de la viscosité :

La viscosité est déterminée, uniquement, sur le yaourt. Elle est mesurée à 20°C avec un viscosimètre FUNGILAB s.a. De t_0 et après chaque 40 min au cours de l'incubation.

Le principe de mesure de la viscosité tel que conçu par FUNGILAB s.a est d'appliquer une force de mouvement à un produit en mettant en rotation un mobile de taille fixe. La résistance du produit au mouvement de rotation du mobile est enregistrée à l'aide d'un ressort spiralé interne, puis convertie en unité viscosimétrique (mPas).

➤ Mode Opérateur :(Voir Annexe N° III)**III.3.2 Analyses microbiologiques.**

Ces analyses permettent d'évaluer la qualité microbiologique du lait cru et le babeurre avant et après la pasteurisation et de vérifier l'efficacité du traitement thermique.

Les analyses ont porté sur la détermination des :

- ❖ germes totaux sur gélose PCA (Plate count agar). T° 30C° / 3j.
- ❖ coliformes totaux sur gélose desoxycholate. T° 37C° /24h.
- ❖ coliformes fécaux sur gélose desoxycholate. T° 44C°/ 24h.
- ❖ staphylocoques sur gélose BP. T° 44C °/ 24h.

Ces analyses microbiologiques ont été réalisées au sein du laboratoire d'analyse de LFB de Boudouaou.

➤ Méthode de l'utilisation de dénombrement des germes et les préparations des dilutions (Voir Annexe N° IV)**I. Recherche et dénombrement des germes Aérobie mésophiles :**

Le dénombrement des microorganismes aérobies mésophiles permet de savoir quel est le degré de contamination des produits. Donc C'est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits (Bourgeois et Leveau, 1991 ; Guiraud, 2003 ; Labioui et al, 2009).

Mode opératoire (Voir annexe N°IV).

Lecture : Ces germes apparaissent sous formes de colonie lenticulaire en masse (**Figure N°6**)



Figure N° 6 Dénombrement des germes totaux

La méthode de la recherche et de numération des germes Aérobie mésophile totaux dans le lait cru et le babeurre est schématisée dans la figure N°7.

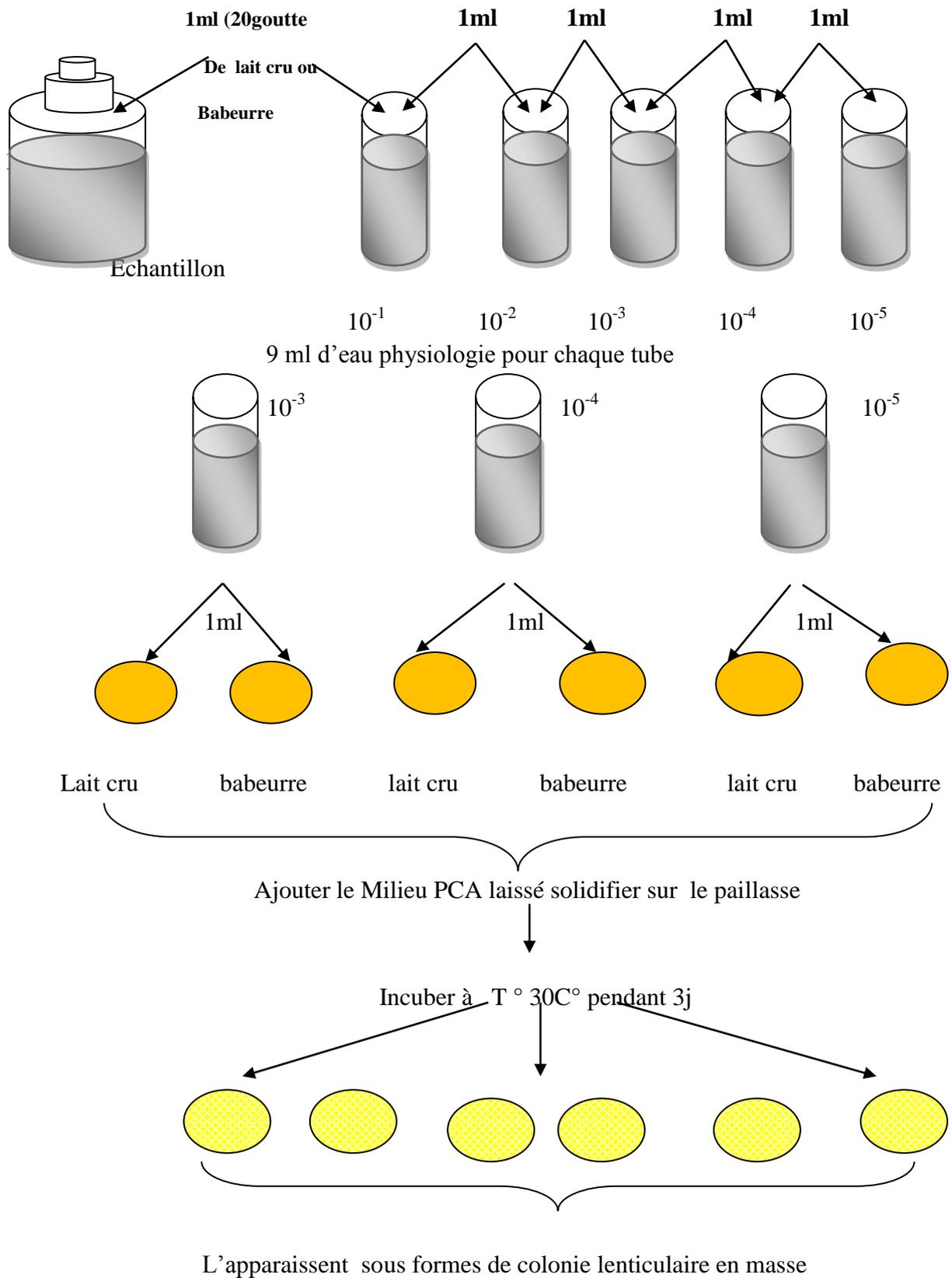


Figure N°7 Méthode de la recherche et de numération des germes Aérobie mesophiles totaux.

2. Recherche et Dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

Les coliformes sont des entérobactéries (bacilles Gram-, asporulés, glucose+, oxydase-, nitrate réductase+, aérobies anaérobies facultatifs) qui fermentent le lactose avec production de gaz.

Les coliformes sont des microorganismes d'altération. Leur présence indique une faute hygiénique relevant soit d'une mauvaise qualité du lait utilisé, soit de la malpropreté du matériel de fabrication (Lasnami, 1986). Les coliformes se répartissent en deux groupes distincts :

- Les coliformes totaux, ils sont détectés à 37°C.
- les coliformes fécaux qui sont plus détectés à 44°C.
- **Mode opératoire (voir annexe N°IV).**

Lecture

Les colonies des coliformes totaux et fécaux apparaissent en masse sous formes de petites colonies de couleur rouge cerise. Le nombre trouvé est multiplié par l'inversion de la dilution et exprimés en nombre de germes par ml ou g de produits.

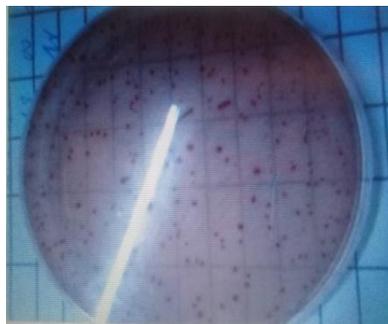


Figure N° 8 Dénombrement des coliformes

3- Recherche et dénombrement des coliformes totaux.

La méthode de la recherche et le dénombrement des coliformes totaux dans le lait cru et le babeurre est présentée dans la figure 9.

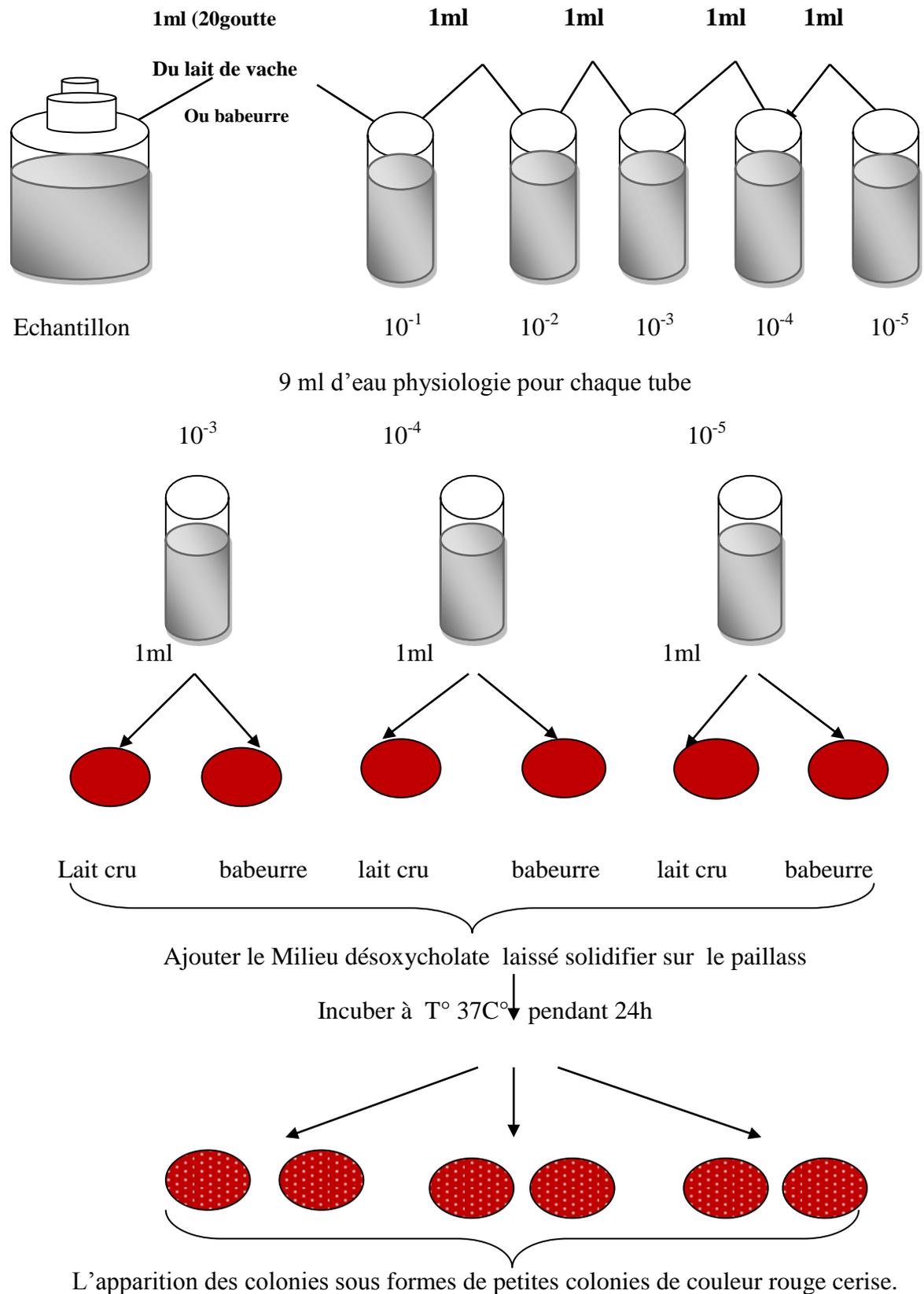


Figure N°9 Méthode des étapes de la recherche et le dénombrement des coliformes totaux.

3. Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux. (Voir Annexe N°IV).
4. Recherche et dénombrement des Staphylocoques aureus.

❖ **Définition**

Elles appartiennent à la famille des Micrococaceae, se sont des cocci à gram positif, immobiles, aérobies ou aéro-anaérobies facultatifs (Guiraud, 1998).

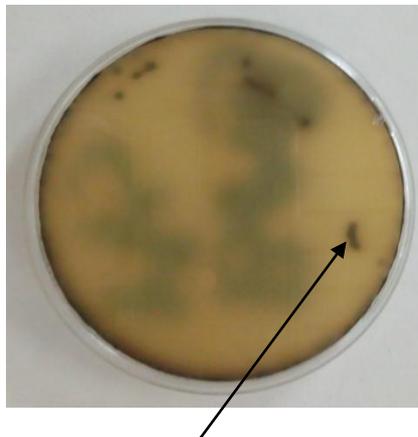
❖ **Préparation du milieu.**

Au moment de l'emploi faire fondre un flacon contenant 225 ml de gélose Baird Parker. Le refroidir ensuite dans un bain d'eau à 45°C. Puis ajouter 15 ml d'une solution de jaune d'œuf au Tétracycline de potassium. Mélanger soigneusement et aseptiquement, puis répartir le milieu en boîtes de pétri à raison de 15 à 18 ml par boîte.

➤ **Mode opératoire (voir annexe N°IV)**

❖ **Lecture**

Les staphylococcus aureus forment des colonies noires, bombées, luisantes, avec une bordure blanche mince entourées d'un halo clair



Présence autre type de staphylococcus

Figure N° 10 Dénombrements des staphylococcus

➤ **Mode Opératoire :(Voir Annexe N° IV)**

III-4- Evaluation sensorielle

Les tests sensoriels ont été réalisés sur les quatre échantillons de yaourt étuvé et ont porté sur deux critères le goût et la texture. Les produits ont été numérotés comme suit :

- A : Yaourt étuvé à 100% de babeurre +0% de lait
 B : Yaourt étuvé à 70% de lait + 30% de babeurre.
 C: Yaourt étuvé à 50 % de lait + 50 % du babeurre.
 D : Yaourt étuvé à 100%de lait +0% de babeurre (Témoin)

Pour le présent travail le nombre de panélistes retenu est de 10 (non professionnels) et le nombre de produits 4. Les panélistes doivent attribuer des notes de 1 à 5 pour chaque produit et chaque critère. Afin qu'ils ne soient pas influencés par des facteurs extrinsèques aux produits les échantillons doivent être homogènes (récipients, quantité et température) et présentés aux sujets d'une manière aléatoire et disposés en ligne (Figure 11).



Figure N°11 Les produits A, B, C et D testés du yaourt

La méthode de notation utilisée est la suivante :

Tableau N°6 : La méthode de notation utilisée pour les critères de textures et de goût

Texture	Note	Gout
Fermeté très bonne brillante lisse	5	très Agréable
Fermeté bonne brillante lisse	4	Agréable
Fermeté moyenne lisse	3	moyennement agréable
Fermeté mauvaise	2	Mauvais
Fermeté très mauvaise	1	très mauvais

Pour l'interprétation des résultats nous avons utilisé le test de Friedman.

III.4.1 Test de Friedman :

C'est le test non paramétrique le plus employé en évaluation sensorielle car il correspond à une expérience équilibrée où n sujets ont noté chacun des p produits de l'étude.

Les données sont donc appariées et la statistique du test utilise les rangs des produits. Ces rangs peuvent être calculés à partir des notes données par les panélistes (Danzart, 1998).

Le test de Friedman est un test de χ^2 d'écart entre la somme des rangs obtenus par chaque produit et une somme des rangs moyens (celles qu'auraient tous les produits s'ils étaient classés ex-æquo,

On calcule F sous la forme suivante :

$$F = \frac{12}{n \times p (p+1)} [R_1^2 + R_2^2 \dots \dots \dots R_p^2] - 3n (p + 1)$$

-n = nombre de sujets.

-p = nombre de produits.

- $R_1, R_2 \dots \dots \dots R_p$ = somme des rangs calculés à partir des scores donnés aux produits par les n sujets.

Pour conclure : F doit être comparé à la valeur théorique (s) lue dans la table du χ^2 à p-1 degré de liberté au niveau 5% (seuil de signification choisi $\alpha = 0.05$) ou 1% ($\alpha = 0.01$).

(Voir annexe N° V).

- **Si F est supérieur à la valeur (s)** on peut conclure l'existence d'une différence significative globale entre les échantillons.
- **Si F est inférieur à la valeur (s)** lue sur la table on peut conclure qu'il n'y a pas de différence significative entre les produits.

Les différentes étapes de notre étude sont résumées dans le diagramme N°12.

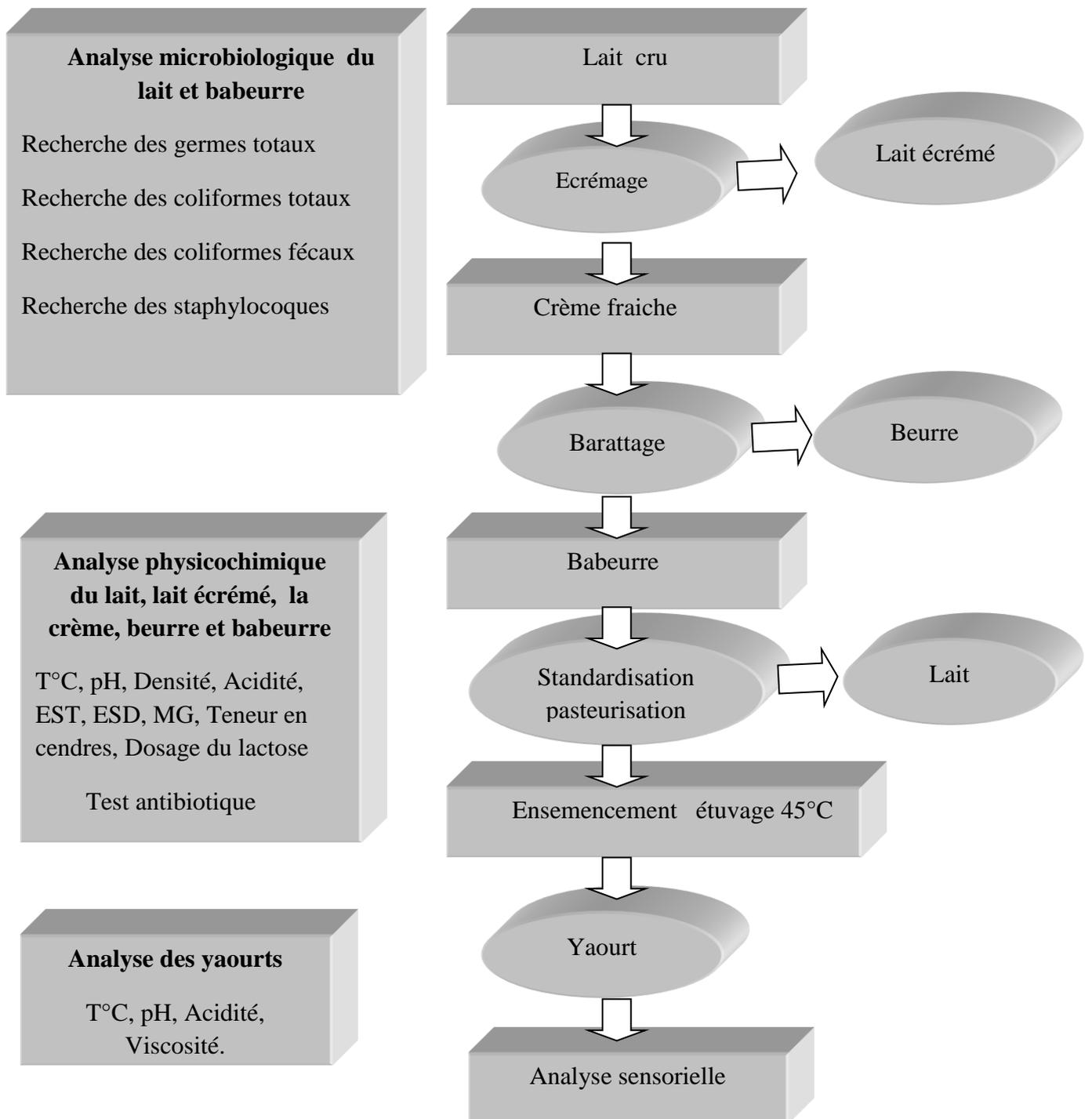


Figure N°12 Etapes de l'étude expérimentale

Chapitre IV



1- Caractéristiques physicochimiques :

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur le lait cru mis en œuvre pour la fabrication du beurre, le lait écrémé, obtenu après l'opération de l'écémage, le babeurre, sous-produit, obtenue pendant l'opération du barattage de la crème, ainsi que sur la crème et le beurre. Ces analyses sont réalisées en triplicata.

Tableau N° 7 : Résultats d'analyses physicochimiques du lait cru, lait écrémé, crème fraîche, beurre, et babeurre.

échantillon paramètre	Lait cru	Lait écrémé	Crème fraîche	Beurre	Babeurre
Test antibiotique	N	-	-	-	-
T °C	10,3	25	19	17	16.8
pH	6.66±0.07	6.68±0.17	6.29±0.01	-	6.1±0.28
Densité	1028.5±0.5	1029±0.57	-	-	1031.8±2.46
Acidité D°	16±0.76	15±0.28	15±0	-	19 ±1
MG (%)	3.8±0.1	0.8±0.15	30.0±0.592	81.3±0.3	1.95±0.2
EST (%)	12.16±0.3	9.13±0.25	34.0±0.3	83.3±0.3	9.705±0.1
H ₂ O (%)	87.8	10.87	66	16.7	90.3
ESD (%)	8.36	8.33	4	2.0	7.755
Cendre (%)	0.805±0.017	0.85±0.1	0.550±0.01	-	0.901±0.04
Lactose(%)	3.85±0.1	4.12±0.14	0.523±0.219	-	3.95±0.12

N : Négatif

La détermination du pH, température, MG, acidité, densité et EST sont réalisées au cours de la fabrication du beurre, au niveau du laboratoire physico-chimique de l'unité de Boudouaou. Alors que le taux de cendres ainsi que la teneur en lactose sont effectués au laboratoire de la faculté des sciences de l'Ingénieur,

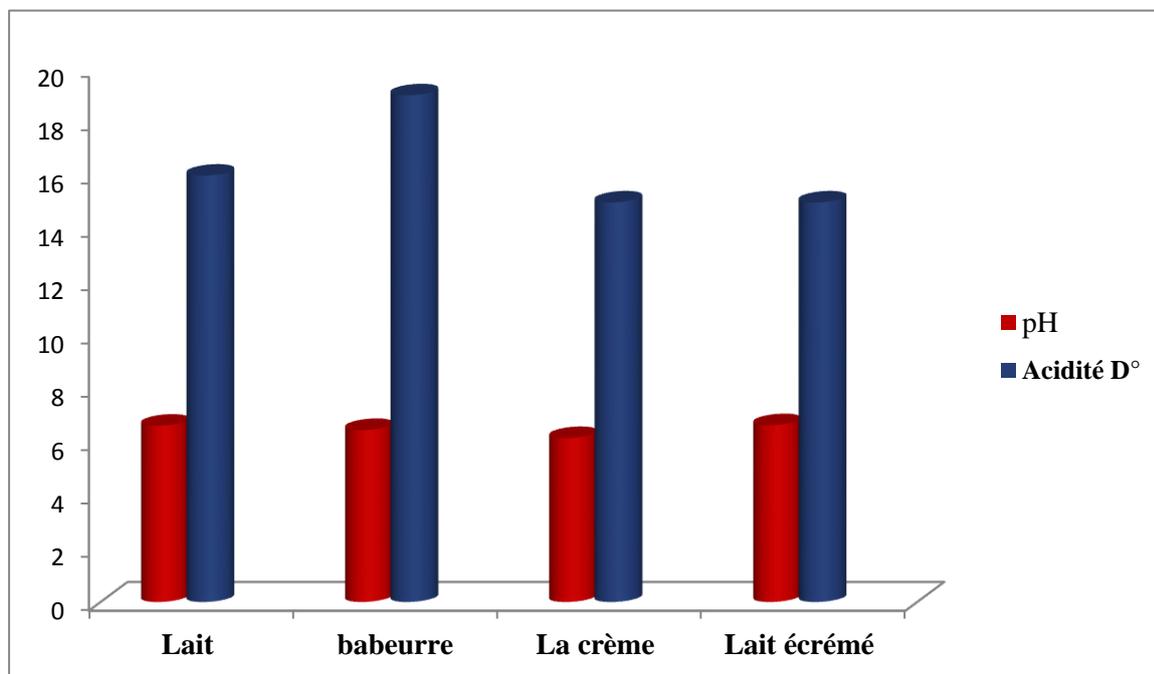


Figure N° 13 : pH et Acidité du lait cru, lait écrémé, crème et babeurre

Les résultats des analyses physico-chimiques sont portés dans le tableau N°7 et les figures N°13 et N°14.

Le pH et l'Acidité sont des paramètres physico-chimiques très importants dans l'industrie laitière. Leur détermination est nécessaire car ils ont une incidence sur la qualité du lait et les produits laitiers. Selon (vignola, .C.P ; 2002), le pH d'un lait normal varie entre 6.6 et 6.8, et l'acidité varie entre 0.16 et 0.17%. Les valeurs de pH inférieures à 6.5 et supérieures à 6.9 sont anormales. Le lait de fin de lactation et celui d'une vache malade ont généralement un pH plus élevé. L'acidité titrable est représentée par l'acidité naturelle en plus de l'acidité développée. Selon (Jean et Dijon ;1993) Les constituants du lait qui contribuent à l'acidité naturel sont les phosphates (0,09%), les caséines (0,05-0,08%), les autres protéines (0,01%), les citrates (0,01%) et le bioxyde de carbone (0,01%). À cette acidité naturelle s'ajoute l'acidité développée qui résulte de la formation de l'acide lactique par fermentation du lactose grâce à l'action des bactéries lactiques.

L'unité de Boudouaou et d'autres industries laitières refusent la réception des laits ayant un $\text{pH} < 6,5$ et une acidité $> 18^\circ\text{D}$ ou si l'un des paramètres ne correspond pas aux normes

Les valeurs de pH et de l'acidité du lait cru mis en œuvre pour la fabrication du beurre, mentionnées dans le tableau N° et la figure 13 sont conformes aux normes et sont respectivement de 6.66 et 16°D . Les valeurs du pH et l'acidité du babeurre sont respectivement de 6.1 et de 19°D . Ce sous-produit est légèrement doux par conséquent il pourra être traité ultérieurement.

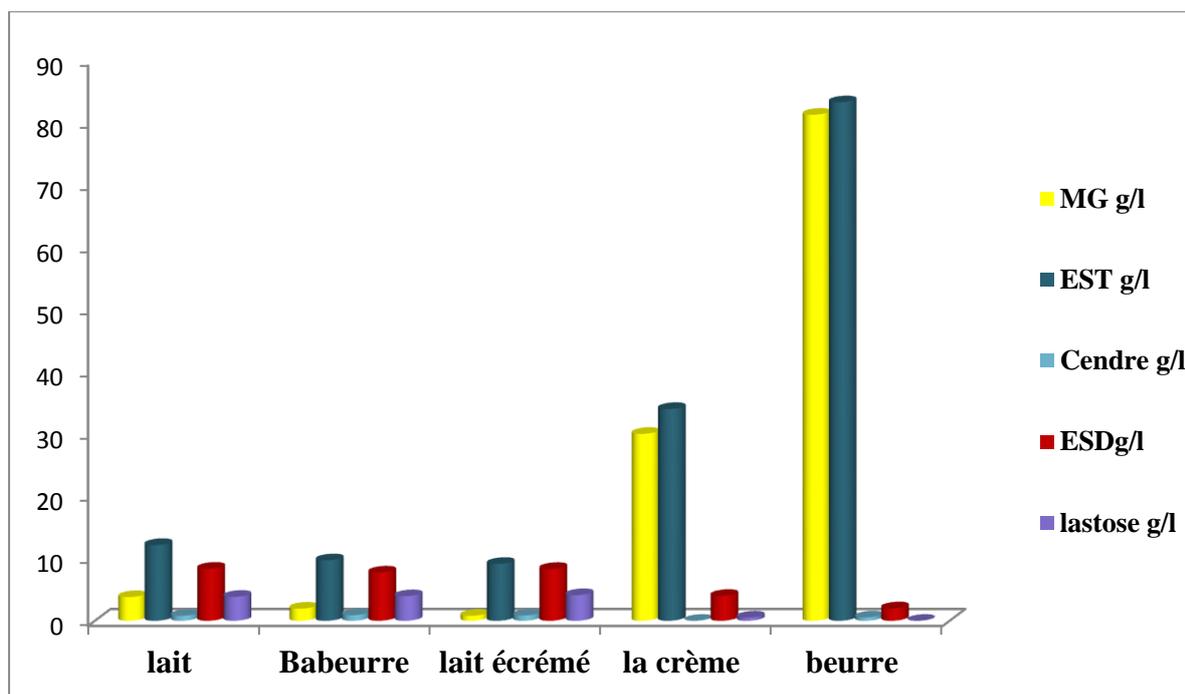


Figure N° 14 : caractérisation chimique du lait cru, lait écrémé, crème et babeurre.

Les résultats regroupés dans le tableau N° 7 et la figure N°14 montrent que l'EST du babeurre est plus élevé que celui du lait écrémé.

En effet la matière sèche du babeurre et celle du lait écrémé sont respectivement de 9.705 ± 1 et de 9.13 ± 2.5 . (%) Ceci est causé par une perte importante de matière grasse dans le babeurre. La teneur en MG du babeurre obtenu au niveau de l'unité de Boudouaou est de 1.95 (%), alors que (Ramachandra et al, 1995) a trouvé 7 g/l et (Walstra et al, 2006) 3g/l. Selon le journal officiel de la république Algérienne (JORA, 1993), la matière grasse peut varier de 0 à 5,6 et même 10 g/l.

La perte élevée de la matière grasse dans le babeurre conduit à une baisse du rendement beurrier. Ce phénomène est causé par le non-respect, de la température et le temps

de refroidissement de barattage, pratiqué au niveau de l'unité de Boudouaou. En effet, pour avoir un rendement satisfaisant, et éviter une perte en MG dans le babeurre il faut un contrôle rigoureux de la température, de la durée de barattage et de la concentration en MG de la crème fraîche. D'après Paul (Angers, 2002) la température de la crème fraîche doit être de 10 à 13 °C et la durée de barattage de 40 à 60 minutes, et selon (Mahaut M, 2008) la crème doit avoir 35 à 40% de la matière grasse.

Cependant aucun de ces paramètres n'est respecté au sein de LFB où la température a atteint 19°C ce qui rend la matière grasse liquide et augmentera les pertes dans le babeurre.

En outre la faible concentration de la crème 30% ± 0.592 (Tableau 8) rend l'étape de barattage difficile ce qui provoque des pertes énormes de la MG dans le babeurre.

Les résultats obtenus concernant le taux d'humidité, de la matière grasse et de l'ESD du produit fini (beurre) sont respectivement de 16.7% , de 81.3% et de 2% et sont comparables à ceux rapportés par (Mahaut M, 2008) , selon ce dernier le beurre doit présenter pour 100g de produit fini 82g de matière grasse laitière au minimum ,2g de matière sèche non gras au maximum et 16g d'eau au maximum.

2- Les résultats des Analyse microbiologique du lait et babeurre.

Les résultats des analyses microbiologiques du lait cru et du babeurre sont regroupés dans le tableau N°8.

L'analyse microbiologique du lait cru et du babeurre, avant et après pasteurisation, est réalisé dans le but de vérifier l'efficacité du traitement thermique.

Tableau N°8 les résultats des analyses microbiologiques de lait cru et babeurre

	Avant pasteurisation	Après pasteurisation	
Echantillon Les Germes recherchés	Lait de vache	Lait de vache	Babeurre
Les germes aérobies mésophiles	57×10^{-4}	Abs	Abs
Coliformes totaux	120×10^{-3}	Abs	Abs
Coliformes fécaux	47×10^{-3}	Abs	Abs
Staphylocoque aureuse	0	Abs	Abs

L'analyse microbiologique des produits alimentaires est indispensable pour assurer aux produits une bonne qualité hygiénique, une bonne conservation et d'assurer la sécurité des consommateurs en permettant la détection des microorganismes et des toxines microbiennes (Guiraud, 1998).

Les résultats mentionnés dans le tableau N°8 nous révèlent que la pasteurisation du lait de vache a permis l'élimination totale des germes aérobies mésophile totaux, des Coliformes totaux et Coliformes fécaux. Ce qui reflète l'efficacité du procédé de pasteurisation effectué à LFB, en respectant les conditions de pasteurisation (temps et température), ainsi que l'efficacité du nettoyage et de la désinfection des équipements par le système (NEP). Nettoyage en place.

Les résultats nous montrent, aussi l'absence totale de staphylocoques aureus dans le lait de vache cru, avant pasteurisation.

Pour les germes totaux, nous constatons que malgré la présence d'un certain nombre de germes mais le nombre reste inférieur à la charge maximale tolérée par la législation algérienne (JORA, 1993).inférieure à 30.

Le dénombrement de la flore totale est le meilleur outil pour évaluer la qualité microbiologique générale des aliments, donc c'est un indice de qualité. Selon la norme algérienne une denrée alimentaire contenant plus de 3×10^4 germes /ml germe aérobie doit être considérée comme impropre à la consommation (JORA, 1998).

Conclusion

Mise à part la grande valeur nutritive de ce sous-produit issu de la fabrication du beurre, il constitue un facteur de pollution redoutable. Donc la valorisation et l'utilisation du babeurre dans la fabrication d'autres produits alimentaires est nécessaire.

3- Utilisation du babeurre dans la fabrication d'un yaourt nature étuvé :

Le babeurre utilisé dans la fabrication du yaourt a été caractérisé, par les analyses physicochimiques. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau N° 9.

Tableau N°9: Caractérisation physico-chimique du babeurre.

Paramètre	PH	Acidité (D°)	MG (%)	EST (%)
Echantillon				
Babeurre	6.1	19	1.95	9.73

Les résultats de l'évolution de l'acidité, pH, et viscosité durant l'étape d'incorporation sont montrés dans le tableau N°10 et les figures N°15, N°16, N°17.

Tableau N° 10: Résultats de la viscosité, l'acidité et pH des yaourts testés durant l'incorporation des yaourts.

Echantillon	Paramètre	t=0	t=40 min	t=80 min	t=120 min	t=160 min	t=200mi n	t=20 min
Yaourt à 100% de babeurre	Viscosité (mpas/s)	19.8	21.3	26.6	34.5	185.7	199.05	324.3
	Acidité (D°)	21	24.4	36.6	51.2	64.8	68.9	74.3
	pH	6.16	6.05	5.73	5.46	5.12	4.88	4.61
Yaourt à 70% lait & 30% babeurre	Viscosité (mpas /s)	19.5	21.65	27.76	34.2	40.3	84.2	211.4
	Acidité (D°)	21.3	27.6	34.5	60.2	63.74	68.19	78.9
	pH	6.02	5.89	5.57	5.21	4.79	4.58	4.38
Yaourt à 50% lait & 50% babeurre	Viscosité (mpas /s)	18.7	22.3	29.15	78.6	114.69	200.8	254.1
	Acidité	19.8	22.87	28.3	37.5	56.8	71.9	76.01
	pH	6.14	6.09	5.96	5.23	4.60	4.55	4.30
Yaourt à 100% lait	Viscosité (mpas /s)	18.5	24.3	37.6	52.9	71.0	119	355
	Acidité (D°)	22	26	55.6	58.9	61.02	67.0	76
	PH	6.5	6	5.69	4.92	4.68	4.33	4.20

3-1- Evolution de l'Acidité :

L'évolution de l'acidité de ces produits à différentes concentrations du babeurre est montrée dans la figure N°15 :

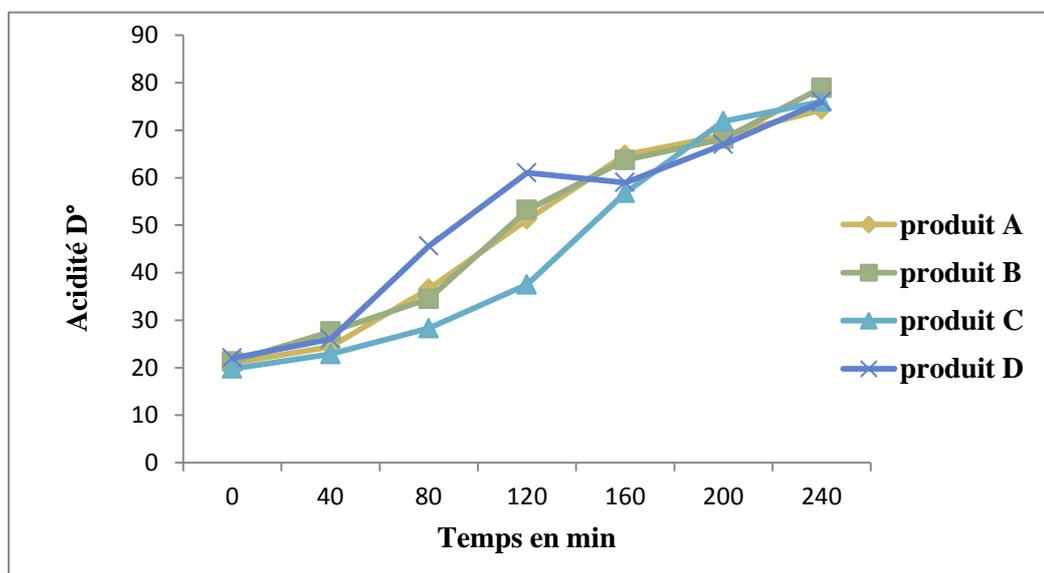


Figure N° 15 : Evolution de l'Acidité en fonction du temps des produits testés .

(A : 100% de babeurre, B : 30% de babeurre, C : 50% de babeurre, D 0% de babeurre).

On observe pour les 4 produits une augmentation régulière de l'acidité en fonction du temps. Après 4 h d'étuvage, les valeurs de l'acidité trouvée sont 74.3 °D, 78.9°D, 76.01 °D 76. °D, respectivement pour les produits à 100%,30%,50% et 0% de babeurre. Cette augmentation est due à la dégradation de lactose en acide lactique par les bactéries lactiques mésophiles, qui conduit à une augmentation de l'acidité des 4 produits.

La vitesse de production de cet acide dépend de la composition du milieu et de la température d'incubation (Accolas et al, 1977).

3-2- Evolution de pH

L'évolution du pH des quatre produits est montrée dans la figure N°16 :

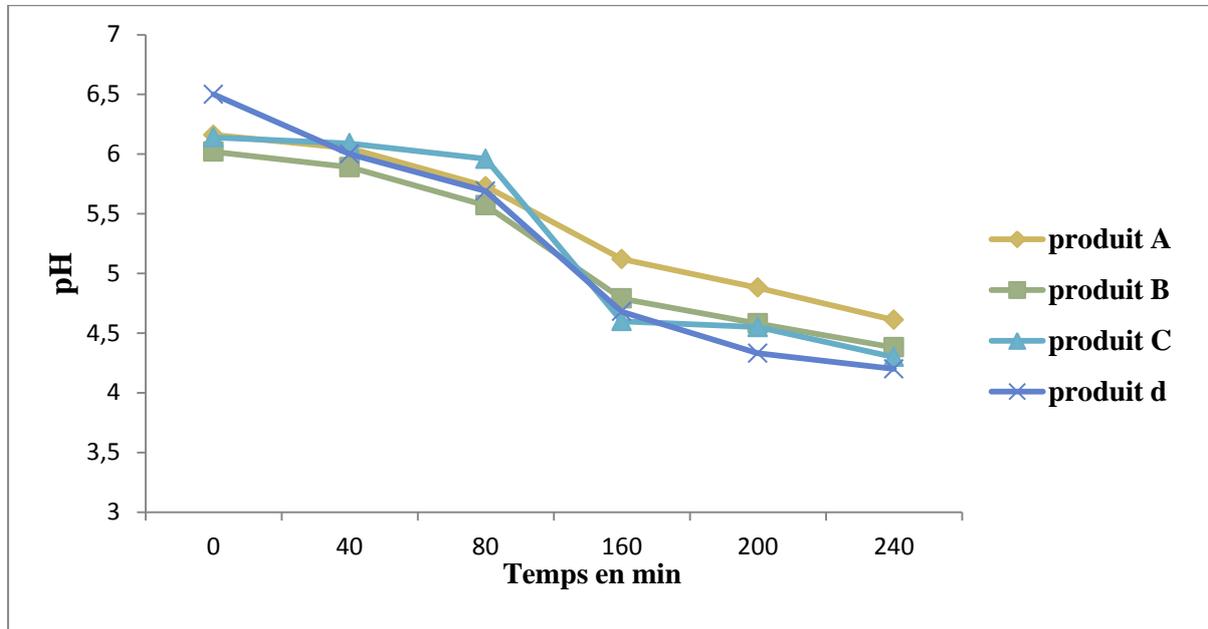


Figure N°16: Evolution de pH en fonction de temps pour les produits testés.

(A : 100% de babeurre, B : 30% de babeurre, C : 50% de babeurre, D 0% de babeurre).

La figure N°16 et le tableau N°7 nous montrent une diminution régulière du pH pour les 4 produits, causée par formation d'acide lactique. L'abaissement du pH a atteint après 240 minutes d'incubation, les valeurs de 4,31 ; 4,35 ; 4,52 ; 4,39 respectivement pour A (100%), B (30%), C (50%) et D (0%) de babeurre. Les valeurs de pH obtenus sont presque similaires à celles rapportées par (Larsen et al, 1990) et qui varient de 4,2 – 4,7.

3-3- Evolution de la viscosité

L'évolution de la viscosité en fonction de temps pour les 4 produits est montrée dans la figure N° 17:

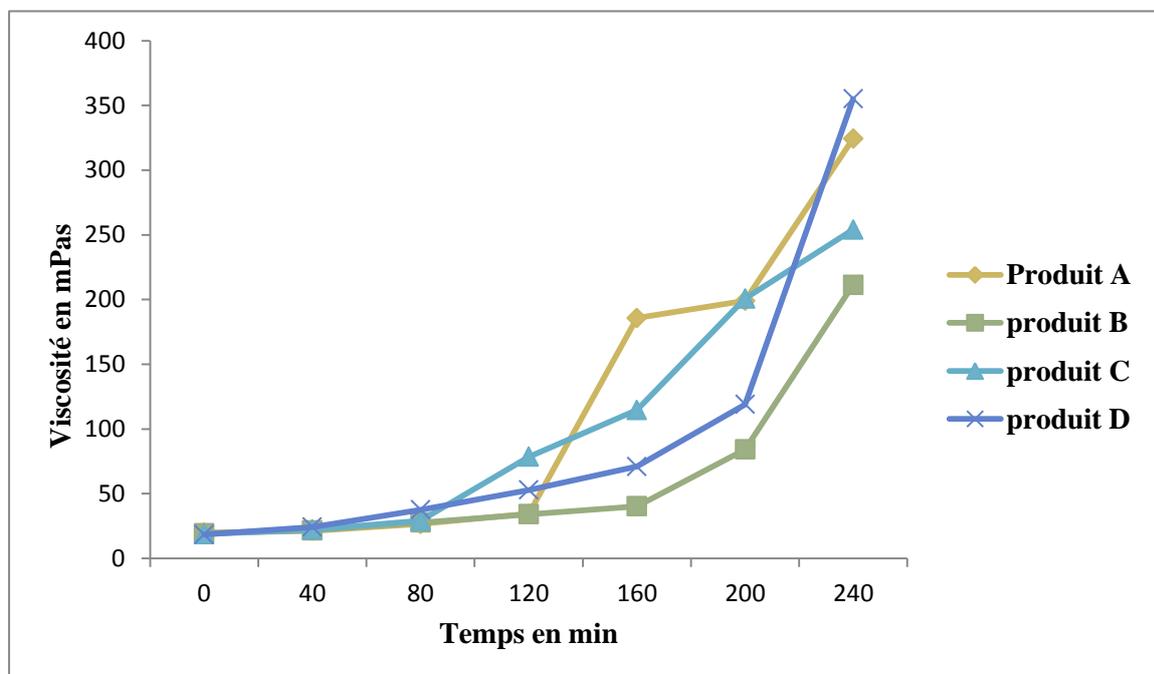


Figure N°17 : Evolution de la Viscosité en fonction de temps pour produits testés.

(A : 100% de babeurre, B : 30% de babeurre, C : 50% de babeurre, D 0% de babeurre)

La figure N° 17 nous révèle que durant l'incubation, des yaourts, la viscosité augmente avec le temps pour atteindre après 200 minutes, 324.3, 211.4, 254.1, 355 mPas respectivement pour les produits 100% (A), 30% (B), 50% (C), 0% (D).

Conclusion

L'augmentation de l'acidité et la diminution du pH des différents produits testés ont conduit à l'augmentation de la viscosité due à la gélification (coagulation) du yaourt.

4- Evaluation sensorielle du yaourt.

Pour le présent travail, le nombre de panélistes retenu est de 10 personnes (non professionnelles) et le nombre de produits est de 4.

Les panélistes doivent attribuer des notes de 1 à 5 pour chaque produit et chaque critère. Afin qu'ils ne soient pas influencés par des facteurs extrinsèques aux produits, les échantillons doivent être homogènes (récipients, quantité et température) et présentés aux sujets d'une manière aléatoire et disposés en ligne. La méthode de notation utilisée est la suivante:

Tableau N°11 : Résultats des scores des critères gout et texture.

prod panelist	Texture				gout				
	A	B	C	D		A	B	C	D
1	2	3	4	5		4	3	3	4
2	3	3	4	5		3	3	4	5
3	4	3	3	5		5	3	5	4
4	4	4	4	5		3	3	3	4
5	5	3	4	5		4	3	4	5
6	4	4	3	5		4	4	4	4
7	5	4	4	4		5	4	4	4
8	4	3	3	5		4	3	3	4
9	4	3	3	4		3	3	3	3
10	4	3	3	4		3	3	3	3

Dans ce cas la somme des rangs pour panélistes est égale à 10. Les rangs ont été déterminés à partir des scores donnés par les panélistes ; La somme des rangs par produit et par l'ensemble

des sujets a été calculée. Les résultats sont consignés sur le tableau N°12 pour la texture et sur le tableau N° 13 pour le goût.

Sujet	Produits				Somme
	A	B	C	D	
1	2	3	3	2	10
2	3.5	3.5	2	1	10
3	1.5	4	1.5	3	10
4	3	3	3	1	10
5	2.5	4	2.5	1	10
6	2.5	2.5	2.5	2.5	10
7	1	3	3	3	10
8	2	3	3	2	10
9	2.5	2.5	2.5	2.5	10
10	2.5	2.5	2.5	2.5	10
ΣR	23	31	25.5	20.5	

Tableau 12: Résultats de classement du critère texture.

Sujet	Produits				Somme
	A	B	C	D	
1	4	3	2	1	10
2	3.5	3.5	2	1	10
3	2	3.5	3.5	1	10
4	3	3	3	1	10
5	1.5	4	3	1.5	10
6	2.5	2.5	4	1	10
7	1	3	3	3	10
8	2	3.5	3.5	1	10
9	2	3	3	2	10
10	2	3	3	2	10
ΣR	23.5	32	30	14.5	

Tableau 13 : Résultats de classement du critère goût.

4-1- Interprétation statistique des résultats (test de Friedman)

L'interprétation statistique des résultats s'inspire du test de Friedman basé sur le calcul de F.

❖ **Calcul de la valeur de F du test de Friedman pour le critère gout :**

$$F = \frac{12}{20 * (5+1)} (23.5^2 + 32^2 + 30^2 + 14.5^2) - 3 * 10(4+1)$$

$$F = 11.1$$

$$S = 7.81$$

La valeur théorique, lue dans le tableau (**Voir Annexe N° VI**) pour le degré 3 de liberté et au seuil de 5%

F > S donc du point de vue gout il existe une différence significative au niveau 5% entre les 4 produits (A, B, C, D).

On procédera à une comparaison multiple des sommes des rangs des produits et chaque différence de moyenne doit être comparée à la valeur $\delta = Z\sqrt{n} \cdot p(p+1)/6$

n = nombre de panélistes 10

p = nombre de produits 4

Z est la valeur lue dans la table gaussienne au niveau $\frac{2\alpha}{p(p-1)}$ (Annexe N° VI)

$$\alpha = 5\%$$

Dans notre cas $\frac{2\alpha}{p(p-1)} = 2 \times 5\% / (4(4-1)) = 0.83\% = 0.0083$

$$0.0083 \longleftrightarrow 2.64$$

$$\delta = 2.64 * \sqrt{\frac{10 * 4(4+1)}{6}} = 15.24$$

Les calculs pour le gout :

$|R_B - R_A| = |32 - 23.5| = 8.5 < \delta \rightarrow$ B et A sont perçus comme identiques.

$|R_B - R_C| = |32 - 30| = 2 < \delta \rightarrow$ B et C sont perçus comme identiques.

$|R_B - R_D| = |32 - 14.5| = 17.5 > \delta \rightarrow$ B et D sont significativement différents.

$|R_C - R_A| = |30 - 23.5| = 6.5 < \delta \rightarrow$ C et A sont perçus comme identiques.

$|R_C - R_D| = |30 - 14.5| = 15.5 > \delta \rightarrow$ C et D sont significativement différents.

$|R_A - R_D| = |23.5 - 14.5| = 9 < \delta \rightarrow$ A et D sont perçus comme identiques.

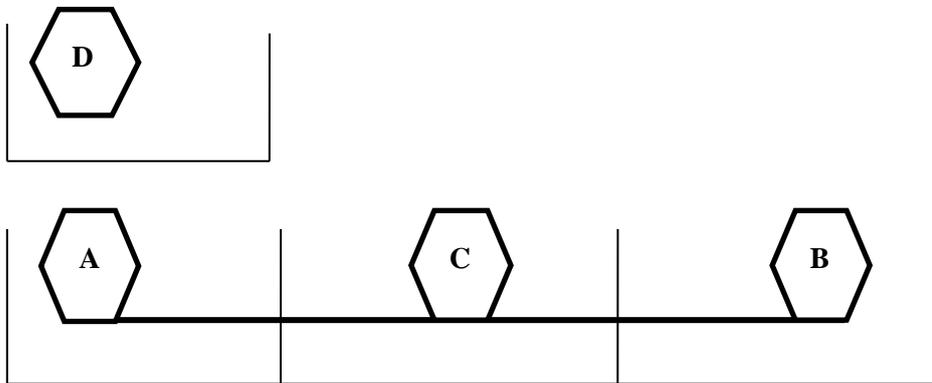


Figure 18 : classement des produits selon le gout

Selon le tableau 13 et la figure 18 les produits sont classés comme suit : D, A, C et B

Du point de vue gout le produit A (100% babeurre) et D (0% babeurre) sont significativement identique à 5% donc concernant le caractère gout le babeurre peut être utilisé à 100%.

❖ Calcul de la valeur de F du test de Friedman pour le critère texture :

$$F = \frac{12}{20 \cdot 5(5+1)} (23^2 + 31^2 + 25.5^2 + 20.5^2) - 3 \cdot 10(4+1)$$

F=3.63

S=7.81

$F < S$ donc du point de vue texture il n'y a pas de différence significative au niveau 5% entre les 4 produits (A, B, C, D).



Figure 19: classement des produits selon la texture.

Selon le tableau 12 N° et la figure N° 19 les produits sont classés comme suit : D, A, C et B

Du point de vue texture les 4 produits sont significativement identiques à 5%.

Conclusion

L'interprétation statistique des résultats par le teste de Friedman .nous montre que le babeurre peut être utilisée à 100% dans la fabrication du yaourt étuvé.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de notre travail était l'utilisation du babeurre, sous-produit de la fabrication du beurre de l'unité laitière et fromagère de Boudouaou, dans la fabrication de yaourt étuvé comme substitut du lait écrémé. Cette technique de valorisation permet de récupérer les éléments nobles du lait et par conséquent, de lutter contre la pollution de l'environnement.

Les analyses microbiologiques ont révélé que la pasteurisation du lait de vache a permis l'élimination totale des germes aérobies mésophile totaux, des Coliformes totaux et Coliformes fécaux.

Le suivi de l'évolution de l'acidité en fonction du temps, durant l'incubation, nous a permis de déduire que la durée d'incubation, est d'environ de 4 heures. L'augmentation de l'acidité et la diminution du pH des différents produits testés ont conduit à l'augmentation de la viscosité causée par la gélification (coagulation) du yaourt.

L'analyse sensorielle des différents produits et l'interprétation statistique des résultats n'ont montré aucune différence significative au seuil de 5% entre les textures des 4 produits testés. Cependant du point de vue gout le test de Friedman a révélé qu'il existe une différence significative entre le produit D (0%), le produit B (30%), et le produit C (50%) de babeurre. Mais les produits A (100%) et D (0%) babeurre sont perçus comme étant significativement identiques au niveau de 5%. Ces résultats montrent que le babeurre, produit par l'unité de Boudouaou, peut être utilisé à 100% dans la fabrication du yaourt étuvé.

Au vu des résultats encourageants obtenus, il apparait clairement que l'aboutissement de ce travail apportera quelques réponses positives sur le plan écologiques, économique et nutritionnel.

Comme perspectives, nous proposons :

- De respecter les conditions de fabrication de beurre au niveau de LFB, et en particulier la température de refroidissement et le temps de barattage, afin d'éviter une perte aussi importante de la MG dans le babeurre qui induit une diminution du rendement beurrier.
- De récupérer le babeurre, proprement, et de l'incorporer dans la fabrication d'autres produits comme le yaourt, les fromages et l'ben.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Accolas J. P, Bloquet . R, Didiene. R, Regnier. J, 1977. Propriétés acidifiants des bacteries lactiques thermophyles en relation avec la fabrication de yoghourt. Lait, 57(561/562).

AFNOR, 1980. Lait et produits laitiers .méthodes d'analyses .recueil des normes françaises150- 189pp.

AFNOR, 1999. Lait et produits laitiers, volume 1, Paris, 183 – 203 pp.

AFNOR, 2002 a et b ; recueil normes et réglementation agroalimentaire .microbiologique alimentaires.8emeedition .impression brochage .St-Just-la pendue

ALAIS, 1984. Physique et physico-chimique du lait .les effets des traitements technologique In science du lait principes des techniques laiteries principes des techniques laitieres.EditionSEPAIC.paris247-310.

Angers P, 2002 : beurre et fraction de matière grasse laitière .in Vignola carole, science et technologie du lait : éd .presse internationales polytechnique Montréal, pp325-338.

Anonyme (1995) : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO alimentation et nutrition. Page 28.

Apfelbaum M, M. Romon Et M. Dubus, 2004 : Diététique et nutrition. 6eme édition Masson.535.

Beal .C, Sodini, 2003. Fabrication des yaourts et des laits fermenter .technique De l'ingénieur .f.artcle F6315.

Bergamaier. D, 2002.Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de Lactobacillusrhamnose RW-959M dans un milieu à base de permeat de lactosérum. Thèse de doctorat. Université de Laval. Canada.

Boudier. J. F, 1990.Produits frais, lait et produite laitiers. Volume 2. Technique et documentation Lavoisier. Paris. 35, 45, 65.

Bourgeois et leveau 1991. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires: Le contrôle microbiologique

Burgaud J.L, 1969. Les eaux résiduaires dans l'industrie laitière. Le Lait,

Bylund, G. S. 1995. Dairy ProeessingHandbook.Lund,

Carole. L Vignola, 2010 : Science et technologie du lait : transformation du lait, 2002. Presses intl polytechnique, Québec. 600.

CASALIS.j ,1975. Facteur technologique influençant la consistance, la texture, l'arôme et gout du yaourt. Industries alimentaires et agricoles.

Chandan R, 1997. Dairy-based ingredients. EaganPress, St. Paul, MN.

Références Bibliographiques

Chandan, R.C. (2011). Nutritive and Health Attributes of Dairy Ingredients, in Dairy Ingredients for Food Processing, Wiley-Blackwell. p. 387-419.

Codex Stan., 1999 : Codex Stan A-1-1978, Rev.1-1999 amendé en 2003 et en 2006. Norme codex pour le beurre.

Danzart. M, 1998. Statistique évaluation sensorielle. Technique et Documentation Lavoisier. Paris.219-300.

Dellaglio. F, De Rossart. H, Torriani. S, Curk. M, Janssens A. D,1994.Caractérisation générale des bactéries lactiques. Technique et documentation Loriga, 1. P 25-116.

Dewettinck K; Rombaut R; Thienpont N; Le T. T; Messens K; Van Camp J. (2008).Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. International Dairy Journal, 18, 436-457. Ed.). Paris, France. Polytechnique, Montréal, 349-415pp.

FAO 1995 : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, 228p

Guiraud J. P.(1998).Microbiologie des principaux produits alimentaires ; in : «Microbiologie Alimentaire, Techniques de Laboratoire » Dunod, Paris.p261.

GUIRAUD J. P., (1998).Micobiologie des principaux produits alimentaires, microbiologie alimentaire. Edition Dunod, Paris.

Guiraud J.P et Galzy G. (2003). Microbiologie alimentaire. Ed. Usine nouvelle. Paris. 239p.
GuiraudJ.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. pp136-139.

INRA, 1997, mission scientifique de syndifrais. Yaourts, laits ferment'es.le lait, editions 1997,77(3), pp321-358.

INRA, 49 (487), pp 417-433.

J.O.R.A 1998 : Arrêté interministériel du 21 chaabane 1419correspondant au 10 décembre 1998 relatif aux spécifications techniques du beurre et modalité de leur mise à la consommation (n°96/23-12-1998).

JEAN C, et DIJON C., (1993) Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.

Jeantet R. Croguennec T. Mahaut M. Schuck P. Brulé G. (2008). Les produits laitiers. Technique et documentation. Lavoisier (Ed.), Paris. 184p

Joshi, N. S., Thakar,P. N., & Jana, A. H. 1994. Utilization of buttermilk in cheese making-A review. Indian Food Packer, 48, 59-6

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE., (2013) arrêté du 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de préparation des échantillons pour essai et dilutions en vue de l'examen microbiologique. (JO n 70-2004).

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE., (2013) arrêté du 27 mars 2004 rendent obligatoire une méthode de dénombrement des germes totaux à 30°C pour les poudres de lait et de lactosérum. (JO n 32 – 2004).

JOURNALE OFFICIELLE DE LA RÉPUBLIQUEALGÉRIENNE.(1993) Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation ,N° JORA : 069 du 27-10-1993.

Labioui.H. L. El Moualdi. A. Benzakour. M. EL Yachioui. E. Berny. M Ouhssine.(2009). "Étude physicochimique et microbiologique de laits crus", Bulletin de la Société de pharmacie de Bordeaux, vol.148, pp. 7-16.

Lamoureux. L, 2000. Exploitation de l'activité β -galactosidase de culture de bifidobacteries en vue d'enrichir des produits laitiers en galactooligosaccharides. Mémoire de maîtrise. Université de Laval, Canada.

Larbalétrier Albert, 1989. Traité pratique de laiterie : Lait, crème, beurre, fromages, paris. p 117

Lasnami. K, (1986) Le dromadaire en Algérie, perspectives d'avenir K LASNAMI - ThèseMagister. Agro. INA El Harrach, 1986

Leory. F, Degeest. B, De vuyst. L, 2002.A novel area of predictive modeling describing the functionality of beneficial micro-organism in foods.International journal of Food Microbiology, 73-251-259.

Loones. A, 1994.Lait fermenté par des bactéries lactiques in « bactéries lactiques». Volume 2. De ROISSART. H et LUQUET. F. M. Edition Lorica. Paris.37-151

Luquet. F.M, Georgers. C, 2005.Bactéries lactiques et pro-biotiques. Technique et documentation Lavoisier. Londres, Paris, New York27.43.57.63.64.66

Luquet.F.M ; 1990 : lait et produits laitiers (vache, brebis, chèvre), 1ère, 2ème et 3^{ème} tome ; édition Lavoisier technique et documentation.42-44

Mahaut M ; Romain J ; Brule G ; Pierre S, 2000.Les produits industriels laitiers.Technique et documentation Lavoisier. Paris, pp 34,45.

Mahaut M ; Romain J ; Brule G ; Pierre S, 2008.Les produits industriels laitiers.Technique et documentation Lavoisier.2eme ed, Paris, pp38-450.

Marty-Teyssset. C, Delatorre. F, Garel. J.R, 2000.Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus delbruekii* SSP *bulgaricus* upon aeration in volvement. Applied and environmental microbiology, 66 (1).

NOVALAIT : <http://novalait.ca/fiches/valorisation-solides-babeurre/> ;
(<http://novalait.ca/fiches/valorisation-solides-babeurre/>) consulté le 25/04/2016.

Ocelli, A., 1997. application of the concepts of total quality assurance in the production of fruit preparation for yoghurt. Food ingredients Europe conference proceedings 1996 maastricht .the Netherlands’.

O'Connell, I.E. & Fox, P. F. (2000). Heat stability of buttermilk. Journal of Dairy Science. 83, 1728-1732.

Poduval, V. S., & Mistry, V. V. (1999). Manufacture of reduced fat Mozzarella cheese Using ultrafiltered sweet buttermilk and homogenized cream. Journal of Dairy Science, 82, 1-9pp.

Pointurier et Adda., 1969 : In. Beurrerie industrielle .Paris. La Maison Rustique

POINTURIER H., (2003) La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).

Pointurier, H., & Adda, J. (1969). Beurrerie industrielle (La Maison Rustique

Pointurier. H, (1986). Centrifugal extractors for eliminating microorganisms from milk [dairy industry]]. [French]

Ramachandra Rao, H. G., Lewis, M. I., & Grandison, A. S. (1995). Effect of pH on flux During ultrafiltration of sweet whey and buttermilk. Journal of Dairy Research, 62, 441-449pp.

Ravel, D. M., & Mistry, V. V. 1999. Application of ultrafiltered sweet buttermilk in the manufacture of reduced fat process cheese. Journal of Dairy Science, 82, 23- 34pp.

Renzo, M, 1988. yourt. manuel de technologie pour la fabrication .stage de formation du personnel algerien.

Robinson. R.K, Tamine. A. Y, 1975. Yoghourt areview of the product nand its manufacture. J. Soc. Dairy Techn, 28(3).

Rousseau. M ,2005. La fabrication du yaourt les connaissances. INRA.9.

Roussel. Y, Peboy E. M, Guedon. G, Simonet. J. P, Decarism. B, 1994. Physical and genetic map of Streptococcus thermophilus A054. Journal of bacteriology, 176 (24)...

Schmidt. J.L, Tourneur. C, Lenoir. J, 1994. Fraction et choix des bactéries lactiques laitières in « bactéries lactiques. Volume 2. DE ROISSART. H et LUQUET. F. M. Edition Loriga. Paris. 37-46pp

Singhsudheer .K, Ahmedsyed. U, A shok. P, 2006. Yoghourt science and technologie. 2eme édition Cambridge: Wood head Publishing.

Spitsberg, V. L. (2005). Bovine milk fat globule membrane as a potential nutraceutical. Journal of Dairy science 88, 22-94pp.

Surel, o. (1993). Lipides et microfiltration: contribution à la compréhension des mécanismes de transfert. Ph.D thesis, ENSA Rennes, Rennes, France.

Sweden: TetraPak Processing Systems AB

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.

Trachoo, N., & Mistry, V. V. (1998). "Application of ultrafiltered sweet buttermilk and Sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. Journal of Dairy science 81, 31-71pp

Turcot S., Turgeon S.L. & St-Gelais D., 2001. Effet de la concentration en phospholipides de babeurre dans le lait de fromagerie sur la production et la composition de fromages allégés de type cheddar. Lait, 81, 429-442pp.

Turcot, S., St-Gelais, D, & Turgeon, S. L. (2002). Affinage de fromages allégés de type Cheddar fabriqués à partir de laits enrichis en phospholipides. Lait, 82, 209- 223pp.

VERINGA. H.A. G. VAN DEN BERG ET J. STADHOUDERS. (1976), an alternative method for the production of cultured butter, *Milchwissenschaft*, 31:658- 662.

Vetter, J. L. (1984). Dairy products for the cereal processing industry. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN.

Vierling, E., (2003). 3ème édition .Chapitre X les corps gras. In: Aliments et boissons : Filières et produits, ed. Doin, p.191, 192.

Vignola Carole L, 2002 : Science et technologie du lait, transformation du lait. Éd. presse internationale, polytechnique de Montréal, Québec. pp 600.

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006). Dairy Science and Technology. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

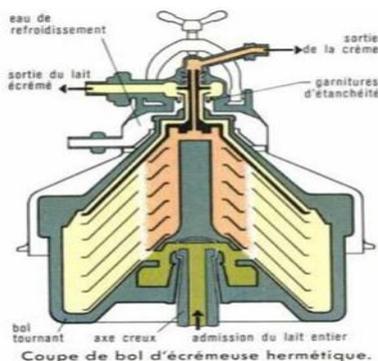
Annexes

Annexe N° .I

I. Matériels non biologique :

- Verrerie usuelle (erlenmeyers, béchers, fioles jaugées, éprouvettes, pipettes graduées et jaugées, tubes à essais, burettes, entonnoirs, creusets, butyromètres.... ;
- PH-mètre.
- Lactodensimètre.
- Viscosimètre
- Balance électronique.
- Centrifugeuse.
- Plaque chauffante.
- Etuve.
- Four à Moufle.
- Incubateur « font plat » réglé à 47,5°C +/- 1°C.
- Flacon de récepteur.
- Embout « pipette de 0,2ml ».
- Bandelette de confirmation.

Annexe N° .II



L'appareil d'écraimeuse (photo originale)

Annexe N° .III

1- Test antibiotique.**➤ Mode opératoire.**

- Enlever la capsule et le bouchon du flacon de récepteur.
- Prélever 1ml de lait à tester et le distribuer dans le flacon de récepteur.
- Reboucher le flacon et agiter doucement.
- Mettre le flacon dans le puit de l'incubateur incubé à 47,5°C.
- Après 2 min, ouvrir le flacon et introduire dedans une bandelette de confirmation.
- Après 3min retirer la bandelette et lire immédiatement.



Test antibiotique (photo originale)

2- Détermination du pH

➤ Mode opératoire.

On fait l'étalonnage du pH-mètre avec la solution hydrogénocarbonate de potassium (7,3), ensuite on rince l'électrode avec de l'eau distillée. On plonge l'électrode dans le produit à analyser et on le laisse jusqu'à la stabilisation de pH. On note la valeur du pH et la température affichée sur l'appareil.

➤ Expression des résultats

La lecture se fait directement sur le pH mètre, exprimée en unité pH à une température correspondante (la valeur du pH est lue directement sur l'écran du pHmètre).

3- Détermination de la densité.

➤ Mode opératoire

- Verser l'échantillon du lait dans une éprouvette cylindrique avec précaution pour éviter la formation de la mousse jusqu'au niveau permettant d'assurer le débordement ultérieur du liquide.
- Plonger doucement le lactodensimètre, l'échantillon devant déborder franchement
- Effectuer la lecture de graduation à la partie supérieure du ménisque
- Une fois la lecture de la masse volumique est faite, relever le lactodensimètre pour lire la température rapidement.
- Correction de lecture : Ajouter à la masse volumique lue 0.2 par degré Celsius au-dessus de 20°C et retrancher 0.2 par degré Celsius au-dessous de 20°C.

➤ Expression des résultats

La densité du lait est une grandeur sans dimension.

4- Détermination de l'acidité :

➤ Mode opératoire

Dans un bécher de 100 ml, verser 10 ml de l'échantillon, ajouter 3 gouttes de phénophtaléine (rose en milieu basique et incolore en milieu acide) placer le bécher sous la burette graduée, et ajouter doucement à la burette une solution d'hydroxyde de sodium de normalité N/9(0.111 mol/l) titrer jusqu'au changement persistant de couleur .noter V.



Appareillage nécessaire pour la détermination de l'acidité du lait (photo originale)

5- Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)

➤ Mode opératoire.

a-Préparation du butyromètre à la prise d'essai

- ✓ A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique, mesurer 10 ml d'acide sulfurique et les introduire dans le butyromètre,
- ✓ Retourner doucement trois ou quatre fois le récipient contenant l'échantillon préparé,
- ✓ Prélever immédiatement à la pipette à lait le volume fixé de lait et le verser dans le butyromètre sans mouiller le col de celui-ci de façon qu'il forme une couche au-dessus de l'acide,
- ✓ A l'aide d'une pipette ou d'un système automatique mesurer 1ml d'alcool amylique et l'introduire dans le butyromètre sans mouiller le col du butyromètre ni mélanger les liquides,
- ✓ Bien boucher le butyromètre sans perturber son contenu.

b-Dissolution des protéines

- ✓ Agiter et retourner le butyromètre jusqu'à ce que son contenu soit complètement mélangé, et jusqu'à ce que les protéines soient entièrement dissoutes.

c-Centrifugation

- ✓ Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER et centrifuger à une vitesse de 1100 tr/mn pendant 5 minutes.

d- Lecture

Placer le butyromètre dans un bain marie à $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 2 à 3 minutes,

- ✓ Enlever le butyromètre du bain marie, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas, faire correspondre le début de la matière grasse avec le 0 du butyromètre et lire directement la teneur en matière grasse.

- ✓ Vider le butyromètre dans un récipient approprié car le mélange est encore un acide concentré.

e-Expression des résultats.

La teneur en matière grasse de lait est égale à : $B - A$ Où :

A : est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse.

B : est la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

La teneur en matière grasse est exprimée, soit en gramme pour 100g de lait, soit en grammes pour 100ml.



La centrifugation pour la décantation (photo originale)

6- Mesure de la teneur en matière sèche totale (EST)

➤ Mode opératoire.

a- Préparation de la capsule

Chauffer une capsule avec son couvercle posé à côté, dans l'étuve pendant au moins 1h.

Mettre le couvercle sur la capsule et la placer immédiatement dans le dessiccateur.

Laisser refroidir à température ambiante (au moins 30 min).

b- Prise d'essai

Peser rapidement, à 5 g de l'échantillon préparé, dans la capsule préparée. On les met dans étuve de type memmert-électronique réglée à 104.5°C pendant 4 heures. Ensuite, on refroidit la capsule dans le dessiccateur jusqu'à température ambiante et on pèse jusqu'au poids constant.

d- Expression des résultats

La matière sèche (EST), exprimée en pourcentage en masse est égale à :

$$EST = \frac{(m_2 - m_0)}{m_1 - m_0} \times 100$$

- m_0 : poids de la capsule vide.

- m_1 : poids de la capsule du couvercle avant étuvage.

- m_2 : poids de la capsule après minéralisation prise essai après étuvage.

- $m_1 - m_0$: est la masse en gramme de la prise d'essai.

Arrondir la valeur obtenue à 0,01% (fraction massique) près.



les capsule dans l'étuve

Détermination de la teneur en EST. (Photo originale).

7- Détermination de la teneur en cendre (AFNOR 36-16, 1999)

➤ Mode opératoire.

❖ Préparation des capsules à incinération avant l'emploi

- Les chauffer environ 30 min, dans un four de type MEMMERT à 104°C.
- Les faire sortir et laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Peser les capsules vides, ajouter 10 ml des échantillons suivante: lait cru, crème fraîche, babeurre et repeser.
- Evaporation à sec des échantillons sur une plaque chauffante, placer les capsules dans le four de type Nabertherm réglé à 600 °C. Le temps de minéralisation dure environ 4 heures.
- Le taux des cendres est exprimé en pourcentage :

$$T(\%) = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)$$

- m_0 : poids de la capsule vide.

- m_1 : poids de la capsule avec l'échantillon.

- m_2 poids de la capsule après **minéralisation**.



Détermination de la teneur en cendre (Photo originale). (La carbonisation des capsules les capsules dans four à moufle)

8- Détermination de la teneur en lactose ((Bertrand).

➤ Mode opératoire

Préparation des réactifs de lactose :

1- Reactif cupro-alkalin

➤ Solution A, cuivrique :

$\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$ —————→ 40g

H_2SO_4 —————→ 5ml

H_2O —————→ 1000ml

➤ Solution B, tatro-sodique

Tartrate double de potassium et sodium —————→ 200g

NaOH —————→ 375ml

H_2O —————→ 1000ml

➤ Solution de ferrocyanure de potassium

$\text{K}_4 [\text{Fe} (\text{CN})_6], 3\text{H}_2\text{O}$ —————→ 50g

H_2O —————→ 1000ml

➤ solution ferrique acide

Alun de fer et d'ammonium —————→ 125g

H_2O —————→ 400ml

H₂SO₄concentre → 110ml

H₂O → 1000ml

➤ solution de ferrocyanure de potassium (défécation)

K₄[Fe(CN)₆]₃,H₂O → 150g

H₂O → 1000ml

➤ solution d'acétate de zinc (défécation)

Zn (CH₃COO)₂,2H₂O → 300g

H₂O → 1000ml

➤ Défécation du produit :

Dans une fiole jaugée de 200ml introduire dans ordre : 20ml d'échantillon

- 2ml de solution d'hexacyanoferrate 2 de potassium a15%.
- 2ml d'acétate de zinc 30%.
- Environ100ml d'eau distillée.
- Agiter, puis ajuster à 200ml.
- Ajouter 2ml d'eau distillée.
- Agiter, laisser reposer 15m

1. précipitations du cu₂O :

Dans une fiole conique de150ml introduire :

- 10ml de filtrat obtenir + 10 ml l'eau distillée
- 20ml de solution A
- 20ml de solution B

Agiter, Porter à ébullition modérée pendant 3mn exactement, laisser refroidir la fiole.

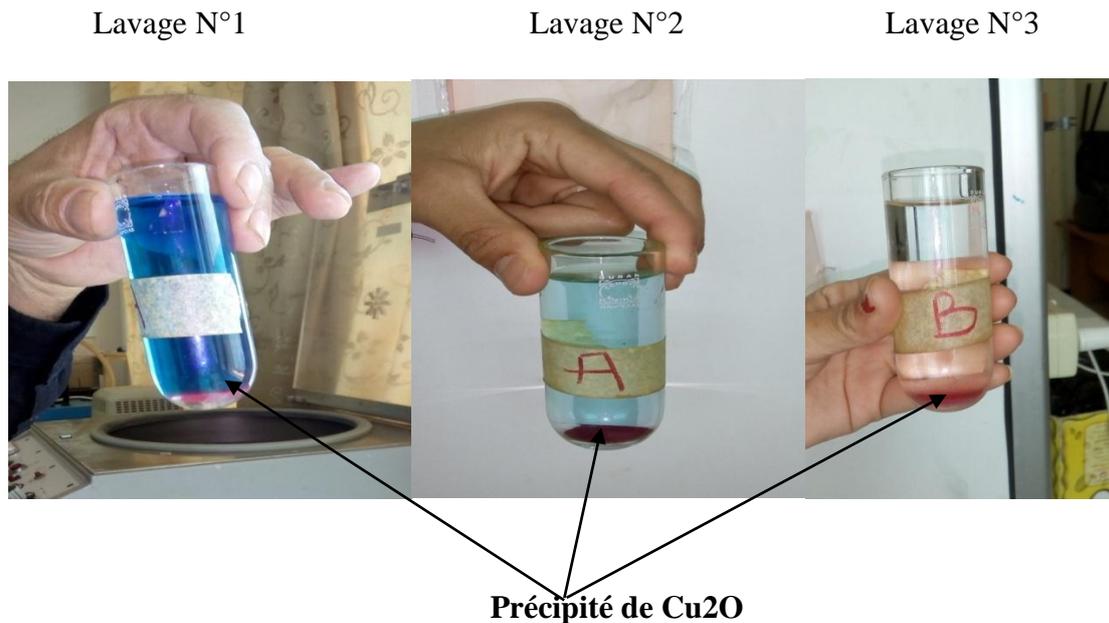


2. lavage de précipité de Cu₂O :

Préparer un filtre, l'adapter sur une fiole à vide et mettre le mélange à décanter dans un tube, placer le dans la centrifugeuse.

Filtrer le liquide surnageant sur le filtre, il est conseillé de ne pas entrainer trop de Cu_2O sur le filtre.

Délayer le précipité dans un peu d'eau distillée récemment bouillie et refroidie, laisser reposer et décanter ; recommencer 3 à 4 fois ce lavage jusqu'à ce que les eaux de lavage soient incolores .



3. oxydation du Cu_2O :

Dans la fiole contenant le précipite de Cu_2O :

- Faire passer 20ml de sulfate ferrique sur le papier filtre dans le but de récupérer les pertes du Cu_2O retenus, ajouter le reste de sulfate ferrique dans la fiole, le Cu_2O se dissout.
- Agiter jusqu' à dissolution totale (la solution présent une coloration verte FeSO_4)

4. dosage du sel ferreux forme par KMnO_4 a0.1M :

Titrer la solution de sulfate ferreux aussi obtenue par une solution titrée de KMnO_4 jusqu'au virage de couleur ; rose stable

Soit : V la chute de burette de KMnO_4

- **Expression des résultats**
- Tableau ci-après de correspondance entre la chute de burette de permanganate 0,1N utilisé pour la détermination de la masse de lactose dans la prise d'essai en utilisant la technique de G.BERTRANT

KMnO ₄ 0.1N	LACTOSE hydrate	KMnO ₄ 0.1N	LACTOSE hydrate	KMnO ₄ 0.1N	LACTOSE hydrate
5.0	23.6	9.0	43.5	13.0	64.1
5.1	24.1	9.1	44.0	13.1	64.7
5.2	24.6	9.2	44.5	13.2	65.2
5.3	25.1	9.3	45.0	13.3	65.7
5.4	26.1	9.4	45.5	13.4	66.2
5.5	26.6	9.5	46.0	13.5	66.8
5.6	27.1	9.6	46.5	13.6	67.3
5.7	27.6	9.7	47.1	13.7	67.8
5.8	28.0	9.8	47.6	13.8	68.4
5.9		9.9	48.1	13.9	68.9
	28.5				
6.0	29.0	10.0	48.6	14.0	69.4
6.1	29.5	10.1	49.1	14.1	69.9
6.2	30.0	10.2	49.6	14.2	70.5
6.3	30.5	10.3	50.1	14.3	71.0
6.4	31.0	10.4	51.2	14.4	71.5
6.5	31.5	10.5	51.6	14.5	72.0
6.6	32.0	10.6	51.7	14.6	72.6
6.7	32.5	10.7	52.2	14.7	73.1
6.8	33.0	10.8	52.7	14.8	73.6
6.9		10.9	53.2	14.9	74.1
	33.5				
7.0	34.0	11.0	53.7		
7.1	34.5	11.1	54.2		
7.2	35.0	11.2	54.8		
7.3	35.5	11.3	55.3		
7.4	36.0	11.4	55.8		
7.5	36.5	11.5	56.3		
7.6	37.0	11.6	56.8		
7.7	37.5	11.7	57.4		
7.8	38.0	11.8	57.9		
7.9		11.9	58.4		
8.0		12.0	58.9		
8.1	38.5	12.1	59.9		
8.2	39.0	12.2	60.0		
8.3	39.5	12.3	60.5		
8.4	40.0	12.4	61.0		
8.5	40.5	12.5	61.5		
8.6	41.0	12.6	61.5		
8.7	41.5	12.7	62.1		
	42.0		62.6		

9- Mesure de la viscosité :

➤ Mode opératoire

- Placer l'interrupteur général (situé sur le panneau arrière) sur la position ON.
- Après stabilisation de l'écran d'affichage, fixer la tige du viscosimètre adéquate (R3) sur l'appareil puis la placer dans le récipient contenant le produit à analyser.
- Appuyer sur enter.
- Puis, presser une des flèches haut/bas $\uparrow\downarrow$ pour régler à R3.
- Presser la touche ON pour que le viscosimètre commence à tourner.

➤ Expression des résultats

Après quelques secondes de rotation du mobile, noter la valeur se répétant à plusieurs reprises ou se stabilisant pendant un laps de temps important, cette valeur obtenue correspond à la viscosité de l'échantillon.



Mesure de la viscosité du yaourt

Annexes N° : IV

2- Analyse microbiologique :

2.1 Préparation des dilutions

➤ Dilution primaire (suspension mère)

Suspension, solution ou émulsion obtenue après qu'une quantité pesée ou mesurée du produit à analyser (ou de l'échantillon pour essai préparé à partir de ce produit) ait été mélangée, si nécessaire en utilisant un homogénéisateur et en observant des précautions appropriées, avec neuf fois la même quantité de diluant, en laissant les grosses particules se déposer, si elles existent.

Il peut être nécessaire dans certains cas notamment pour les produits donnant une suspension mère 1 + 9 visqueuse ou trop épaisse, d'ajouter davantage de diluant. Dans d'autres cas, pour les résultats d'essai en rapport avec certains critères de spécification, une dilution primaire plus concentrée que 1 + 9 peut être demandée. Il faut tenir compte de ce facteur dans la suite des opérations et/ou dans l'expression des résultats. (JORA, 2013).

➤ Dilutions décimales suivantes

Suspensions, émulsions ou solutions obtenues en mélangeant un volume déterminé de la dilution primaire, avec neuf fois le même volume de diluant approprié et en répétant cette opération sur chaque dilution ainsi préparée jusqu'à obtention d'une gamme de dilutions décimales appropriée pour l'ensemencement des milieux de culture.

❖ Principe

Préparation de la dilution primaire (suspension mère) et, si nécessaire, des dilutions décimales suivantes en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume, pour faciliter l'examen microbiologique. Les préparations des dilutions décimales sont montrées dans la figure 12.

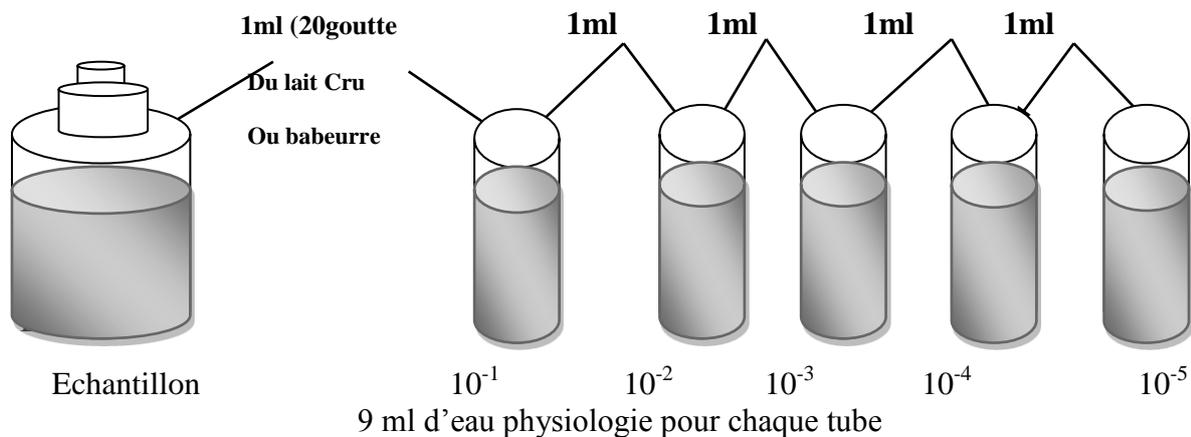


Schéma représentatif de préparation des dilutions décimales.

2.2. Les techniques de prélèvement de l'échantillon

- ✓ Allumer une flamme 1 à 2 min.
- ✓ Au même temps, on laisse la tige contenant le coton à l'extrémité allumé.
- ✓ Flamber le tube à vis ou le flacon sec et stérile puis le remplir.
- ✓ Renfermer le tube ou le flacon sous la flamme et fermer le robinet.

Ces analyses sont réalisées sur le lait cru et babeurre avant et après la pasteurisation.

- Lait cru c'est un produit trop chargé en microorganisme des dilutions sont réalisés afin de diminuer la charge microbienne.
- Pour les échantillons avant la pasteurisation les dilutions sont réalisées de 10^{-1} jusqu'à 10^{-5} .
- Par contre, après la pasteurisation, les dilutions sont réalisées à 10^{-1} et 10^{-2} .
- **2.2.1 -Dénombrements des germes :**

On retient les boîtes contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300 et les résultats sont exprimés en nombre de germes par (ml) ou (g) de produit selon la formule suivants :

$$X - N . 1 / D . 1 / V$$

- N : nombre de germes par ml ou g
- X : nombre de colonies
- V : volumes de l'inoculum
- D : facteur de dilution

✓ **Recherche et dénombrement des germes Aérobie mésophiles**

➤ **Mode opératoire**

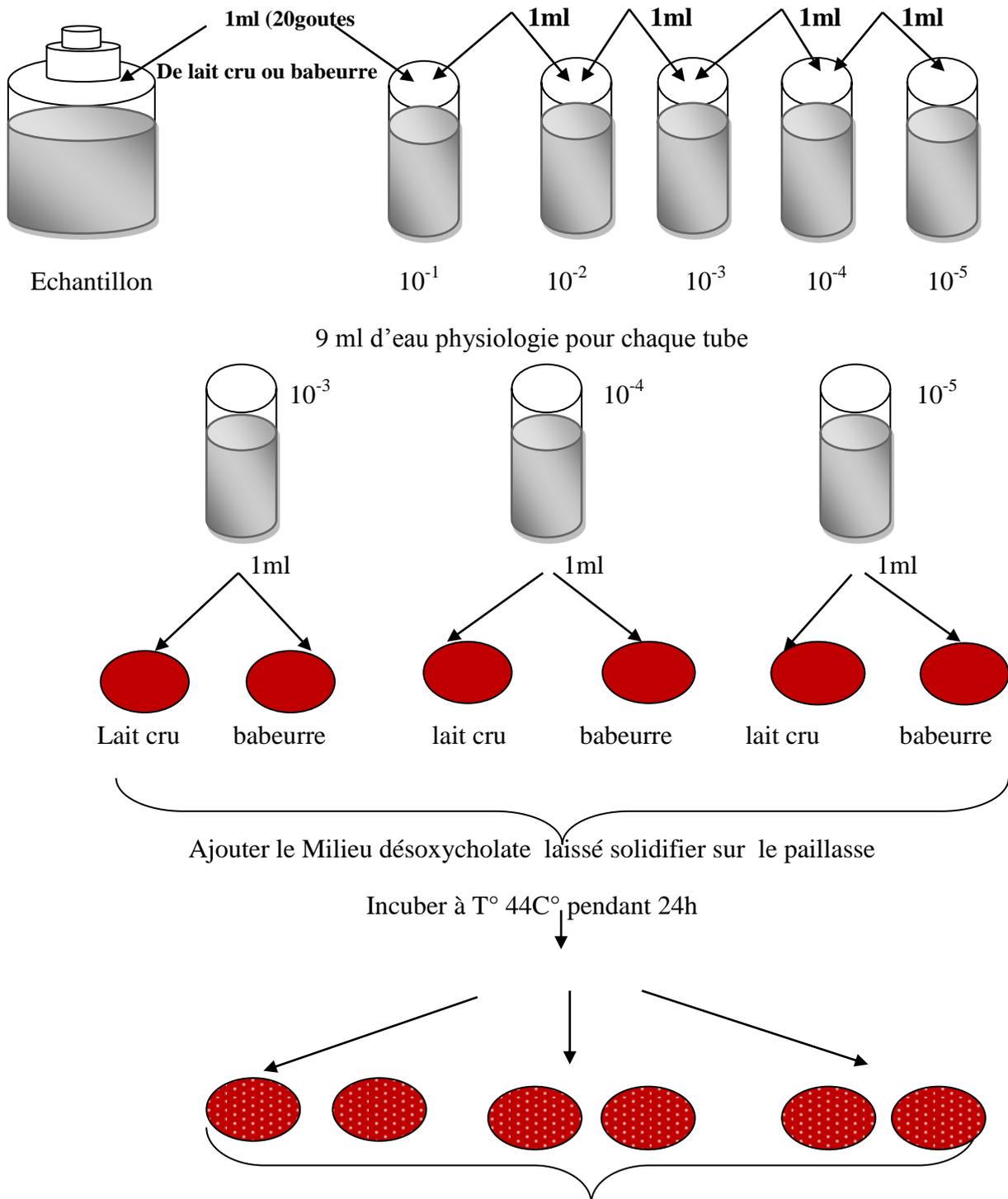
On dépose aseptiquement 1ml de chaque dilution 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} au centre de 3 boites de pétri vides et stériles, verser en suite environ 15, 20 ml de la gélose fondue (PCA). On agite les boites en faisant des mouvements circulaires en forme (8) afin d'homogénéiser le mélange laissé les boites se solidifier sur la palliasse. Après refroidissement, l'incubation se fait à T° $30C^{\circ}$ pendant 3jour.

✓ **Recherche et Dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

➤ **Mode opératoire**

Porter aseptiquement 1ml dans les boites de pétri vide à partir des dilutions décimales 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} . Compléter ensuite chaque boite avec la gélose au désoxycolate lactose pré-fondue et refroidi a $45^{\circ}C$, faire des mouvements en forme de 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser la gélose se solidifier sur la palliasse.

Une série de boite sera incubée à $37C^{\circ}$ pendant 24h à 48h pour la recherche des coliformes totaux, l'autre série sera incubée à $44C^{\circ}$ pendant 24h à 48h.



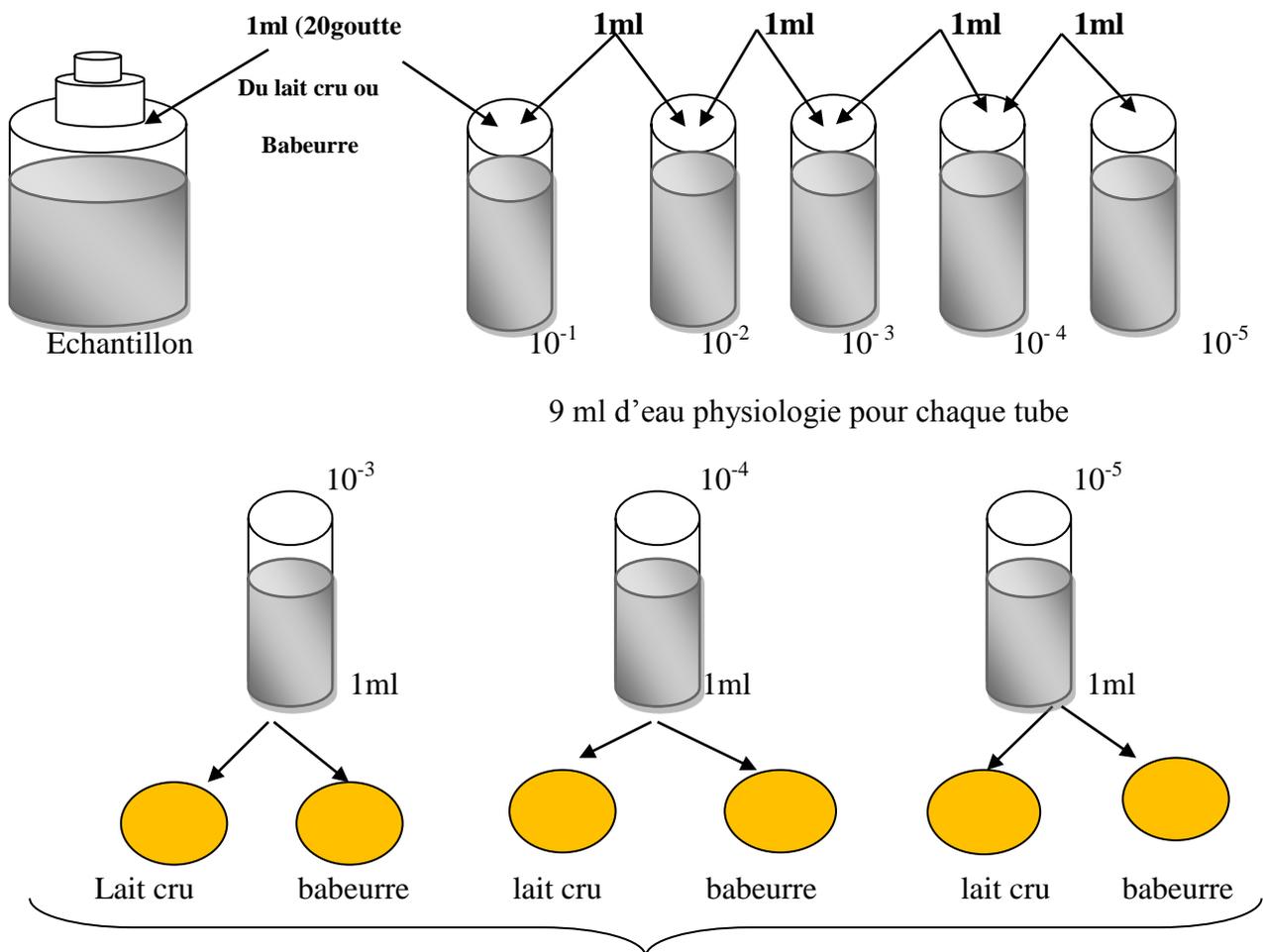
L'apparition des colonies sous formes de petites colonies de couleur rouge cerise.

Etapes de la recherche et le dénombrement des coliformes fécaux dans le lait cru et le babeurre.

✓ **Recherche et dénombrement des Staphylocoques aureuse**

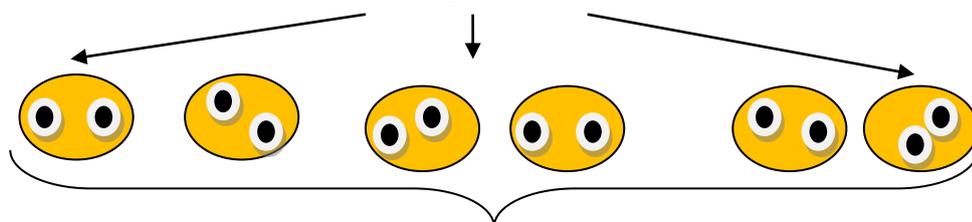
➤ **Mode opératoire**

Transféré à l'aide d'une pipette stérile 0.1ml de la dilution décimale (10^{-3} , 10^{-4}) à la surface d'une plaque de gélose BP étalé soigneusement l'inoculum à la surface de la gélose en essayer de ne pas toucher les bords de la boîte qui sera ensuite incubé à 37°C pendant 24 à 48h.



Ajouter le Milieu Baird Parker + jaune d'œuf + tellurite) déjà préparée, laissé solidifier sur le paillasse

Incuber à $T^{\circ} 37\text{C}^{\circ}$ pendant 24 à 48h



L'apparition des colonies entourées d'un halo claire à centre noir

Méthode des étapes de la recherche et le dénombrement des staphylococcus aureuse dans le lait cru et le babeurre.

Les milieux utilisés pour les analyses microbiologiques.

Milieux de culture utilisée	But
Plate count Agar (PCA)	Milieux nutritif pour dénombrement des microorganismes aérobies mésophiles
Baird Parker	Milieux liquide pour l'enrichissement des staphylococcus aureus
Desoxycolate	Milieux nutritif pour dénombrement des coliformes totaux et fécaux.
Jaune d'œuf et Téllurite de potassium.	Réactifs mélangé avec le BP pour détecter les staphylococcus aureus

Les milieux utilisés pour les analyses microbiologiques du lait.

Annexe N° V

Annexe

Annexe N° 6

Table de χ^2

DDI	10%	5%	2,50%	1%	1%
1,00	2,72	3,84	5,02	6,63	10,83
2,00	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3,00	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4,00	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5,00	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6,00	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7,00	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8,00	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9,00	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10,00	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11,00	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12,00	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13,00	19,81	22,36	24,74	27,67	34,53
14,00	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15,00	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16,00	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17,00	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18,00	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19,00	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20,00	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21,00	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22,00	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23,00	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24,00	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25,00	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26,00	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27,00	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28,00	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29,00	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30,00	40,26	43,77	46,98	50,90	59,70

IECG06

2010-2011

Annexe N° VI :

Annexe N° 7

Table Gaussienne

z	α	z	α	z	α
0,00	0,5000	1,00	0,1587	2,00	0,0228
0,02	0,4920	1,02	0,1539	2,02	0,0217
0,04	0,4840	1,04	0,1492	2,04	0,0207
0,06	0,4761	1,06	0,1446	2,06	0,0197
0,08	0,4681	1,08	0,1401	2,08	0,0188
0,10	0,4602	1,10	0,1357	2,10	0,0179
0,12	0,4522	1,12	0,1314	2,12	0,0170
0,14	0,4443	1,14	0,1271	2,14	0,0162
0,16	0,4364	1,16	0,1230	2,16	0,0154
0,18	0,4286	1,18	0,1190	2,18	0,0146
0,20	0,4207	1,20	0,1151	2,20	0,0139
0,22	0,4129	1,22	0,1112	2,22	0,0132
0,24	0,4052	1,24	0,1075	2,24	0,0125
0,26	0,3974	1,26	0,1038	2,26	0,0119
0,28	0,3897	1,28	0,1003	2,28	0,0113
0,30	0,3821	1,30	0,0968	2,30	0,0107
0,32	0,3745	1,32	0,0934	2,32	0,0102
0,34	0,3669	1,34	0,0901	2,34	0,0096
0,36	0,3594	1,36	0,0869	2,36	0,0091
0,38	0,3520	1,38	0,0838	2,38	0,0087
0,40	0,3446	1,40	0,0808	2,40	0,0082
0,42	0,3372	1,42	0,0778	2,42	0,0078
0,44	0,3300	1,44	0,0749	2,44	0,0073
0,46	0,3228	1,46	0,0721	2,46	0,0069
0,48	0,3156	1,48	0,0694	2,48	0,0066
0,50	0,3085	1,50	0,0668	2,50	0,0062
0,52	0,3015	1,52	0,0643	2,52	0,0059
0,54	0,2946	1,54	0,0618	2,54	0,0055
0,56	0,2877	1,56	0,0594	2,56	0,0052
0,58	0,2710	1,58	0,0571	2,58	0,0049
0,60	0,2743	1,60	0,0548	2,60	0,0047
0,62	0,2776	1,62	0,0526	2,62	0,0044
0,64	0,2633	1,64	0,0505	2,64	0,0041
0,66	0,2546	1,66	0,0485	2,66	0,0039
0,68	0,2483	1,68	0,0465	2,68	0,0039
0,70	0,2420	1,70	0,446	2,70	0,0037
0,72	0,2358	1,72	0,0427	2,72	0,0035
0,74	0,2293	1,74	0,0409	2,74	0,0033
0,76	0,2236	1,76	0,0392	2,76	0,0031
0,78	0,2177	1,78	0,0375	2,78	0,0029
0,80	0,2119	1,80	0,0359	2,80	0,0027
0,82	0,2061	1,82	0,0344	2,82	0,0026
0,84	0,2005	1,84	0,0329	2,84	0,0024
0,86	0,1949	1,86	0,0314	2,86	0,0023
0,88	0,1894	1,88	0,0301	2,88	0,0021
0,90	0,1841	1,90	0,0287	2,90	0,0019
0,92	0,1788	1,92	0,0274	2,92	0,0018
0,94	0,1736	1,94	0,0262	2,94	0,0016
0,96	0,1685	1,96	0,0250	2,96	0,0015
0,98	0,1635	2,98	0,0239	2,98	0,0014

IECG06 2010-2011