

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE.



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2019



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Sciences Agronomiques
Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité.

Présenté par : DAHACHE Narimane et MESSAOUDI Thilleli.

Thème

**LA VALORISATION DU LACTOSÉRUM PAR
INCORPORATION DANS DES PRODUITS LAITIERS.**

Soutenu le : 03 / 07 / 2019.

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
M. LEKBAL Farouk	MAA	Univ. de Bouira	Président
Mme. DOUMANDJI Waffa	MAA	Univ. de Bouira	Promotrice
Mme. FERHOUM Fatiha	MAA	Univ. de Bouira	Examinatrice

Année universitaire 2018/2019

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu le DIEU de nous avoir permis d'accomplir ce travail. Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à notre promotrice Mme DOUMANDJI Waffa qui nous a guidés tout au long de l'élaboration de ce travail et pour ses précieux conseils,

Nous remercions M. LEKBAL, Maître à l'Université de Bouira pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Nous tenons aussi à remercier Mme FERHOUM Fatima, Maître à l'Université de Bouira pour avoir accepté d'examiner ce travail et donc faire partie du jury de soutenance.

Nous exprimons notre respectueux dévouement à M. MOHDEB Saïd notre tuteur dans L'AVALLÉE, chef de l'unité fromagère, M. Kamal et M^{lle} rosa responsables des analyses physico-chimiques. Ainsi toute l'équipe fromagère.

Notre vifs remerciement à l'organisme administratif de nous avoir accepté à réaliser notre travail.

Nos remerciements vont aussi aux responsables de laboratoires d'hygiène de l'EPSP de BOUIRA qui ont contribué à créer une ambiance de travail agréable et propice à la coopération et au partage d'expériences.

Et enfin, nous remercions nos parents qui nous ont soutenus, encouragés et surtout supportés tout au long de ce travail. Sans eux tout aurait été beaucoup plus difficile.

Narimane et Thilleli.

Dédicace

GRACE ALLAH

Je dédie ce modeste travail, avant tout, à vous mes très chères Parents Azedine et Thassaadite, vous me comblez de bonheur, je n'oublierais jamais ce que vous faites pour moi, merci d'être là pour moi.

À mes très chères frères tahar el-saadi et chems edine, ma cousine yasmine, ma tante chahrazed, pour vos compréhension et vos aide précieuse dans les moments difficiles.

À toutes ma grande famille sans exception, mes grand père et mes grand mère, mes oncles, mes tantes et mes Cousines.

À tout notre proche décédé ont pitié de DIEUX.

À toute mes amies.

À toute la promotion Technologie Agroalimentaire 2018/2019.

À tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

À tous ceux que j'aime.

Narimane.

Dédicaces

Dédicaces J'ai un grand honneur de dédier ce modeste travail :

A celle qui était et qui restera mon soutien dans cette vie, à celle qui m'a renseigné comment aimer DIEU ; comment fait apparaître le succès et la prospérité au sein du mal et des problèmes...à toi maman, que DIEU te protège pour, moi et te donne la guérissant.

A celui qui a été toujours mon support dans cette vie, celui qui me donne le courage éclatant pour continuer à chaque fois que j'ai l'impression de reculer... papa que DIEU te protège.

A ma deuxième mère Farida je t'aime pour toujours.

A mes très chers frères Brahim, Massi, Moloud Ali et Masten

A mes très chères sœurs Adada et Tinhinan,

A mon mari Hamou, je te réserve toujours une place dans mon cœur et mes pensées merci pour ton soutien et encouragement.

A ma chère amie Fatma : la personne avec laquelle j'ai partagée des bons, des durs et des moments de la folie.

A tous mes ami(e)s.

A tous ceux qui connaissent Thilleli.

Thilleli

RESUME

Résumé : Le lactosérum est considéré comme un sous-produit laitier riche en éléments nutritifs, son rejet dans les effluents constitue une perte économique énorme. Notre travail vise à valoriser le lactosérum liquide en le mélangeant dans la fabrication d'un lait caillé avec différents taux d'incorporation. La valorisation de ce sous produit permettra de réduire la pollution de l'environnement ainsi que de récupérer les éléments nobles du lait d'origine (lactose et protéines solubles). Des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été effectuées sur la matière première (lait, poudre de lait et lactosérum) et sur le produit fini. Le test de dégustation de ce dernier (la texture, la saveur, le goût et l'aspect visuel) a été réalisé avec des personnes non entraînées, qui a révélé une acceptabilité du produit par ce jury en enregistrant des résultats d'évaluation presque identique au Raïb préparé à base de lait cru.

Mots clés : lactosérum, valorisation, taux d'incorporation, test de dégustation, Raïb.

Abstract: Whey is considered a nutrient-rich dairy by-product, and its release into the effluent is a huge economic loss. Our work aims to valorize the liquid whey by mixing it in the production of a raïb with different incorporation rates. The recovery of this by-product will reduce environmental pollution and recover the noble elements of milk of origin (lactose and soluble proteins). Physico-chemical and microbiological analyzes were carried out on the raw material (milk, milk powder and whey) and on the finished product. The tasting test of the latter (texture, flavor, taste and visual aspect) was performed with untrained people, which revealed a product acceptability by this jury by recording almost identical evaluation results with Raïb prepared with raw milk.

Key words: whey, recovery, incorporation rate, tasting test, Raïb.

ملخص:

يعتبر مصّل اللبن من منتجات الألبان الغنية بالمغذيات، وبعد طرحه في النفايات السائلة خسارة اقتصادية هائلة. يهدف عملنا إلى تثمين مصّل اللبن السائل عن طريق خلطه في إنتاج خثارة بمعدلات دمج مختلفة. سيؤدي استرداد هذا المنتج الثانوي إلى تقليل التلوث البيئي واستعادة العناصر النبيلة من الحليب المنشأ (اللاكتوز والبروتينات القابلة للذوبان). أجريت التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية على المواد الخام (الحليب ومسحوق الحليب ومصّل اللبن) وعلى المنتج النهائي. تم إجراء اختبار تذوق هذا الأخير (الملمس، والنكهة، والتذوق والجانب البصري) مع أشخاص غير مدربين، والذي كشف عن قبول المنتج من قبل لجنة التحكيم هذه عن طريق تسجيل نتائج تقييم متطابقة تقريباً مع راب محضرة مع الحليب الخام.

الكلمات المفتاحية: مصّل اللبن، تثمين، معدل التأسيس، اختبار التذوق، رائب.

Liste des abréviations

°D : degré dornic

A : essai raïb (25%lactosérum, 50%lait de vache, 25%lait reconstitué)

AC : acidité titrable

AFNOR : Association Française de la Normalisation.

B : essai raïb (50%lactosérum, 25%lait de vache, 25%lait reconstitué)

BHIB : bouillon cœur cervelle

BSA : albumine sérique bovine

C : raïb témoin (100%lait de vache)

CF : coliforme fécaux

D : le taux des dilutions

ESD : Extrait sec dégraissé.

EST : Extrait sec total.

FAMT: flore aérobie mésophile totale

Ig : immunoglobulines

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

K : kappa

Kc : kilocalorie

MG : matière grasse.

MV : La masse volumique

N : Nombre des colonies compté sur la boite.

NA : Norme Algérienne

NaOH : Hydroxyde de sodium

PCA : Gélose Plat Count Agar.

pH : Potentiel d'hydrogène.

T : Masse de la capsule.

TB : taux butyreux

tr/mn : tour par minute

UF : ultrafiltration

UFC : unité formant des colonies

V : volume de la chute de la burette.

VRBL : Bouillon lactose au vert brillant

ΣC : la somme de colonies

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Résumés

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : Généralités sur le lait.

1.1	Définition de lait	1
1.2	Composition.....	1
1.2.1	Eau	2
1.2.2	Glucides.....	3
1.2.3	Matière grasse	3
1.2.4	Matière azotée	3
1.2.5	Sels et les constituants salins.....	4
1.2.6	Vitamines	4
1.2.7	Enzymes	4
1.3	Propriétés physico-chimiques du lait.....	5
1.3.1	Densité.....	5
1.3.2	Acidité	5
1.3.3	Point de congélation	5
1.3.4	Point d'ébullition	5
1.4	Qualité organoleptique du lait	6
1.4.1	Couleur	6
1.4.2	Odeur	6
1.4.3	Saveur	6
1.5	Valeur nutritionnelle.....	7

CHAPITRE 2 : La microflore de lait.

2.1	Origine des microorganismes	8
2.1.1	Origine endogène.....	8
2.1.2	Origine exogène/ contamination.....	8
2.2	Regroupement des micro-organismes de lait.....	10
2.2.1	Virus	10
2.2.2	Bactéries.....	10
2.2.3	Levures	11
2.2.4	Moisissures	12
2.3	Application industrielle des bactéries lactiques :	12
2.3.1	Ferments lactiques naturels	13

CHAPITRE 3: Lactosérum et Lait acidifié caillé.

3.1	Lactosérum	14
3.1.1	Définition	14
3.1.2	Types de lactosérum	14
3.1.3	Composition des lactosérums.....	15
3.2	Pouvoir polluant du lactosérum	18
3.3	Valeur de lactosérum	19
3.4	Utilisation de lactosérum.....	20
4.1	Définition de lait acidifié caillé.....	21
4.2	Les différents types de coagulants.....	21
4.2.1	Définition de la présure.....	21

PARTIE EXPERIMENTALE

1.	Objectif.....	22
2.	Présentation de lieux de stage : laiterie de « la Vallée »	22
3.	Matériel et méthodes.....	23
3.1	Matériel.....	23
3.1.1	Matériel pour les analyses physico-chimiques.....	23
3.1.2	Matériel pour les analyses bactériologiques.....	24
3.1.3	matériel expérimentale.....	24

3.2	Méthodes	24
3.2.1	Les analyses physico-chimiques.....	24
3.2.2	Les analyses bactériologiques	28
4.	Méthode de travail	37
5.	Processus de fabrication du raïb	37
6.	Le test de dégustation	38

Résultats et discussions

1	Résultats et discussions.....	39
1.1	Caractéristiques physico-chimiques de la matière première et de raïb.....	39
1.2	Suivi de la maturation du raïb.....	41
1.3	Caractéristiques bactériologiques de la matière première et de raïb.....	42
1.4	Caractéristiques sensorielles de raïb	43
1.4.1	Résultats de test d'intensité.....	43
1.4.2	Résultats du test de classement par rang	48
1.5	Résultats de test statistique	49
1.5.1	Représentation des choix des individus sur le plan factoriel.....	51

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Liste des figures

Numéros	Titre	Page
Figure 1	Composition du lait	1
Figure 2	Composition de la matière grasse du lait	3
Figure 3	Position géographique de La Vallée	23
Figure 4	Fromage à pâte molle type Camembert de la Vallée	23
Figure 5	la méthode utilisée pour la préparation de la solution mère et des dilutions pour les liquides (lait et lactosérum) et pour la poudre de lait	29
Figure 6	recherche et dénombrement des germes Aérobie Mésophile Totaux à 30°C	30
Figure 7	Recherche et dénombrement des coliformes en milieu solide	32
Figure 8	Recherche et dénombrement des <i>staphylococcus Aureus</i>	34
Figure 9	Diagramme de la méthode de l'épreuve de coagulase	35
Figure 10	Essai de production d'un raïb avec un pourcentage de lactosérum.	37
Figure 11	Diagramme de fabrication de raïb	37
Figure 12	Représentation graphique des résultats physico-chimiques.	39
Figure 13	L'abaissement de pH de raïb en fonction de temps	41
Figure 14	Taux de synérèse du raïb	44
Figure 15	Forme de raïb	44
Figure16	Odeur de raïb	45
Figure17	Couleur de raïb	45
Figure18	Texture de raïb dans la bouche	46
Figure19	Saveur sucré de raïb.	46
Figure20	Acidité de raïb	47
Figure21	la salinité de raïb.	47
Figure22	L'arrière goût de raïb	48
Figure23	le classement de raïb	48
Figure24	Analyse comparative des trois produits à travers les différents critères.	50

Figure25	Variables (axes F1 et F2 : 100,00 %)	51
Figure26	Observations (axes F1 et F2 : 100,00 %)	51

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Composition moyenne du lait entier.	2
Tableau 2	Composition minérale du lait de vache.	4
Tableau 3	Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache.	6
Tableau 4	les différentes sources de contamination du lait.	9
Tableau 5	la flore acidifiante du lait et son effet.	11
Tableau 6	Différents types de lactosérum.	14
Tableau 7	Composition moyenne du lactosérum doux et acide	16
Tableau 8	Les acides aminés essentiels (g/100g).	18
Tableau 9	La valeur nutritionnelle et les propriétés fonctionnelles du lactosérum.	19
Tableau 10	Les domaines d'utilité du lactosérum.	20
Tableau 11	Les résultats bactériologiques de lait cru	44
Tableau 12	Les résultats bactériologiques de la poudre 0%	44
Tableau 13	les résultats bactériologiques de la poudre 26%.	44
Tableau 14	les résultats bactériologiques de lactosérum.	44
Tableau 15	les résultats bactériologiques de raïb.	44

INTRODUCTION

Introduction

Introduction

Le lait est un aliment hautement nutritif par sa richesse en glucides, protéines, lipides vitamines et sels minéraux, aliment traditionnel presque complet et boisson d'un grand intérêt nutritionnel. Les microorganismes trouvent dans le lait un substrat idéal pour leur développement. La présence de nombreux facteurs de croissance permettra de satisfaire de nombreuses espèces microbiennes exigeantes et difficiles à cultiver dans un milieu moins complet (**Labioui et al., 2009**).

Le lait peut néanmoins représenter un danger pour le consommateur, spécialement quand il véhicule des agents zoonotiques et des résidus des substances antimicrobiennes. (**Aggad et al., 2009**).

Sa production doit être sévèrement contrôlée en raison des risques éventuels qu'il peut présenter pour la santé humaine. L'évaluation de la qualité sanitaire et hygiénique du lait cru destiné à la consommation ou à la transformation est donc essentielle pour la protection du consommateur. (**labioui et al., 2009**)

Cependant, des bactéries lactiques sont recherchées pour leurs intérêts technologiques, qui améliorent la qualité finale des produits laitiers par production de composés aromatiques ; ainsi que, la fermentation lactique assure une sécurité alimentaire par acidification et production des bactériocines antagonisant la croissance des bactéries pathogènes (**Callewaert et De vuyst ,2000 ; Labioui et al.,2005 ; Sharpe et al.,1966**).

Les bactéries lactiques appartiennent à des différents genres et sont généralement reconnues comme non toxiques et bénéfiques pour la santé humaine (**Hamama,1995 ; Piard et Desmazeaud,1992**) ; parfois dangereuses (*Lactococcus lactis*) (**Mofredj et al.,2007**).

Le lactosérum, coproduit de l'industrie laitière, est incontestablement une matière noble et riche. En effet, il est devenu une source intéressante de composés actifs et de nutriments spécifiques, présentant des propriétés incomparables, tant sur le plan nutritionnel que sur le plan techno-fonctionnel, tels que le lactose, les protéines solubles, les vitamines hydrosolubles, les matières grasses et les éléments minéraux (**Benaissa, 2018**).

Introduction

En Algérie, l'inexistence d'une mise en valeur du lactosérum se pose avec acuité en raison de l'absence d'une réglementation stricte, émanant des pouvoirs publics, pouvant interdire le rejet de ce produit dans la nature. Le rejet de lactosérum dans les égouts représentant une perte sèche de l'élément nutritif. Depuis 2013, la production algérienne de fromage est de 1540 tonnes, ce qui se traduit par une production d'environ 14 millions de litres de lactosérum (**FAO-ONU, 2017**).

Ces quantités massives font de la gestion du lactosérum un enjeu à la fois économique et écologique. Économique puisque la gestion de chaque kilogramme de produit (le terme produit inclut produits finis, coproduits et sous-produits) représente un coût pour le transformateur industriel, et écologique puisque le lactosérum, s'il n'est pas géré correctement, représente un polluant majeur il serait à l'origine de pollution grave due à la fermentation de ses matières organiques (lactose et matières azotées) et à la diminution de la teneur en oxygène dissous de l'eau au-dessous d'un seuil acceptable (**Smithers, 2008**).

L'objectif de ce mémoire est de valoriser le lactosérum, en le mélangeant dans la préparation de lait fermenté caillé, afin d'éviter de le rejeter et causer une pollution de l'environnement.

Les travaux réalisés de ce mémoire sont décrits en deux parties: Une partie bibliographique qui permet de rappeler la composition physico-chimique et bactériologique du lait, ainsi que la possibilité d'incorporation du lactosérum dans les produits laitiers et une seconde partie expérimentale qui énonce le matériel et les méthodes développés pour mener à bien les travaux.

Selon les résultats et leur interprétation, une conclusion et des perspectives seront exprimées.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Définition de lait

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des Fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue D'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (*POUGHEON et GOURSAUD, 2001*).

Le lait est un liquide alimentaire opaque, blanc mat légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre, à odeur caractéristique et un goût doux sucré sécrété après parturition, par la glande mammaire des animaux mammifères femelles pour nourrir leur nouveau-né (**Larousse agricole, 2002**)

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**FREDOT, 2006**).

1.2 Composition

Le lait, un système biologique complexe en équilibre

Aliment complet et exclusif de l'homme à sa naissance, le lait est une matière première hors du commun. Sa composition est indissociable de l'histoire des mammifères (120 millions d'années) et de leur adaptation au milieu, il en résulte aujourd'hui un liquide nutritif d'une complexité sans équivalent : à l'état natif le lait contient plusieurs milliers de composés. Sur le plan physique, le lait est à la fois une suspension (de caséines micellaires en équilibre, de cellules somatiques et microbiennes), une émulsion de globules gras, et une solution de lactose avec des centaines d'autres molécules solubles, dont les protéines sériques de haute valeur nutritionnelle, des minéraux, des facteurs de croissance, vitamines... etc.

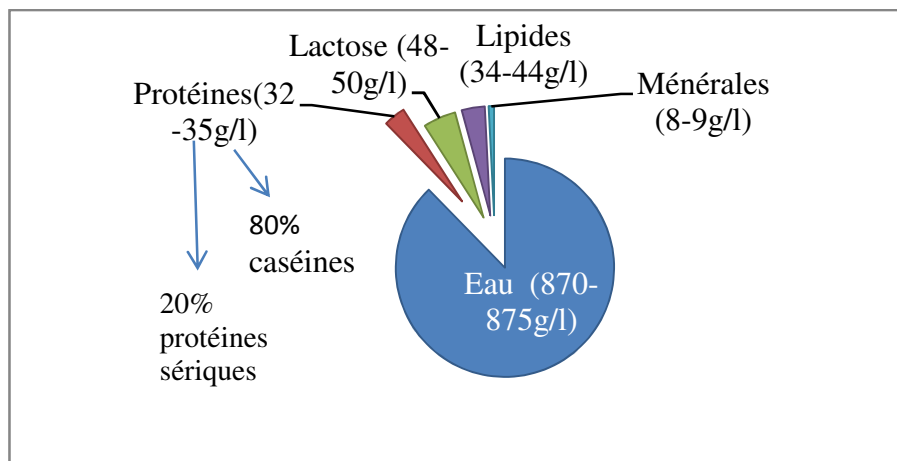


Figure 1 : Composition du lait (**LORTAL & BOUDIER, 2011**).

FRANWORTH et MAINVILLE (2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps Comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être Ajouté à notre régime sous plusieurs formes.

Selon **FAVIER (1985)**, le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence L'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E.

Tableau 1: Composition moyenne du lait entier (**FREDOT, 2006**).

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89 ,5
Dérivés azotés	3,44
Protéines	3,27
Caséine	2,71
Protéines solubles	0,56
Azote non protéique	0,17
Matières grasses	3,5
Lipides neutres	3,4
Lipides complexes	<0,05
Composés liposolubles	<0,05
Glucides	4,8
Lactose	4,7
Gaz dissous	5% du volume de lait
Extrait sec total	12,8g

1.2.1 Eau

L'eau est le principal constituant du lait (**Luquet et Bonjean-Linczowski, 1985**). Avec une proportion de 87 % (**Roy, 1951; Debry, 2001**), elle représente environ le 9/10ème de la Composition totale du lait (**Veisseyer, 1979**).

1.2.2 Glucides

Le sucre du lait est le lactose, c'est un disaccharide constitué par de l'alpha(α) ou bêta(β) glucose ou bêta (β) galactose (**Luquet et Bonjean-Linczowski, 1985**). Il est synthétisé à partir du glucose prélevé dans le sang par la mamelle (**Goursaud, 1985**).

1.2.3 Matière grasse

La matière grasse est présente sous forme d'une émulsion de globules gras de 1 à 8 μ de diamètre. Le taux de matière grasse ou taux butyreux (TB) est très variable selon les Conditions zootechniques. La matière grasse est constituée par 98,5% de glycérides, 1% de Phospholipides polaires et 0,5% de substances liposolubles (**Luquet et Bonjean Linczowski, 1985**).

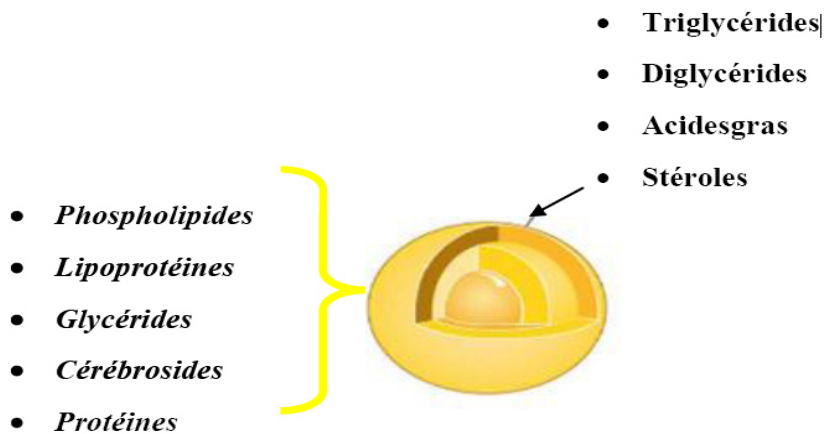


Figure 2: Composition de la matière grasse du lait (BYLUND, 1995)

1.2.4 Matière azotée

Les protéines représentent 95% environ des matières azotées et sont constituée soit d'acides aminée seulement (β - lactoglobuline, α lactalbumine), soit d'acide aminée et d'acide phosphorique (caséines a et b) avec parfois encore une partie glucidique (caséine k) (**Dalgeish, 1982**). La proportion de 5% de l'azote total du lait est non protéique, cela représente un déchet azoté d'environ 0,3% g/l dont l'urée représente environ la moitié. La répartition en pourcentage des différentes protéines est: 80% de caséines, 19% d'albumines et globulines et 1% d'enzymes (**Luquet et Bonjean-Linczowski, 1985**). Les matières azotées, protides ou protéines du lait constituent un ensemble complexe dont la teneur totale avoisine 35 g/l. Ce taux est élevé par rapport aux quantités présentes dans le lait de femme (**Whitney et al. 1976**).

1.2.5 Sels et les constituants salins

Le lait contient plusieurs constituants tels que: le Sodium, Phosphate, qui entrent dans la Composition de sels organiques, le Citrate de calcium ou de magnésium (**Luquet et Bonjean- Linczowski, 1985**). On retrouve également, les chlorures de sodium ou de potassium et les Phosphates de calcium (**Jaques, 1998**)

Tableau 2: Composition minérale du lait de vache (JEANTET et coll., 2007)

<i>Eléments minéraux</i>	<i>Concentration (mg.kg-1)</i>
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

1.2.6 Vitamines

Les vitamines du lait sont prélevées directement du sang. On trouve en abondance les vitamines. A, D, B2, mais on retrouve à un faible taux de la vitamine C (**Vignola, 2002**). On Classe les vitamines en deux grandes catégories :

- Les vitamines hydrosolubles: la richesse de lait en vitamine B, C est régulièrement élevée quelque soit la saison et le régime alimentaire.
- Les vitamines liposolubles: A, D, E, K, qui leurs taux dépendent de nombreux facteurs notamment alimentaires. Le lait renferme un taux élevé de vitamine A lorsque le rationnement des animaux est riche en herbes fraîches (fourrage vert) (**Roy, 1951; Wolter, 1997**)

1.2.7 Enzymes

Les enzymes présentes dans le lait sont les lipases, galactase, phosphatase, réductase, Catalase et peroxydase. Il existe aussi dans le lait des gaz dissous qui sont le gaz carbonique, L'oxygène, l'azote, dont 4 à 5% du volume du lait se retrouve à la sortie de la mamelle (**Adrian, 1973; Andre, 1975**).

1.3 Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité.

1.3.1 Densité

La densité de lait d'une espèce donnée, n'est pas une valeur constante, elle varie d'une part, proportionnellement avec la concentration des éléments dissous et en suspension et d'autre part, avec la proportion de la matière grasse. La densité de lait de vache est comprise entre 1.030 et 1.033 à une température de 20°C, à des températures différentes, il faut effectuer une correction. La densité est mesurée par le thermo-lacto-densimètre (**Alais, 1984**). D'après **Vignola, (2002)**, la densité du lait augmente avec l'écémage, et diminue avec le mouillage.

1.3.2 Acidité

Selon **JEAN et DIJON(1993)**, l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine. L'acidité est mesurée en degré Pornic (°D), 1°D correspond à 1 mg d'acide lactique dans 10 ml de lait, elle permet de juger l'état de conservation de lait. (**VIGNOLA, 2002**).

1.3.3 Point de congélation

NEVILLE et JENSEN (1995) ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre - 0.54 et - 0.55°C, celle-ci est également la température de congélation du sérum sanguin. On constate de légères fluctuations dues aux saisons.

1.3.4 Point d'ébullition

D'après **AMIOT et coll. (2002)**, on définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la Pression appliquée. Ainsi comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit 100.5°C.

Tableau 3: Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (AMIOT et COLL, 2002).

Densité à 15°C	1.032
Chaleur Spécifique	0,93
Point de congélation	-0 ,55
pH (20°C)	6 ,7
Acidité (degré Dornic)	15-18

1.4 Qualité organoleptique du lait

VIERLING (2003) rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être Précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

1.4.1 Couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**FREDOT, 2006**)).

1.4.2 Odeur

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

1.4.3 Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des Vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**THIEULIN et VUILLAUME, 1967**).

1.5 Valeur nutritionnelle

Le lait est un aliment liquide mais sa teneur en matière grasse sèche 10 à 13%, et de celle de nombreuses aliments solides, sa valeur énergétique est de 7020K calories par litre (700kc/l), ses protéines possèdent une valeur nutritionnelle élevée, en particulier la lactoglobuline et lactalbumine, riches en acides aminés soufrés. Le lait est une source de calcium et phosphate de riboflavine et il est aussi relativement riche en thiamine, cobalamine, vitamine A, il contient au contraire peu de fer et de cuivre, peu d'acide ascorbique de niacine, relativement peu de vitamine D (NAFTI, 2011).

2.1 ORIGINE DES MICROORGANISMES

2.1.1 Origine endogène

Le lait cru est composé de plein de bonne bactérie (flore lactique) qui sont responsables de gout et d'odeur mais aussi des bactéries pathogènes lorsqu' il est contaminé. Les pathogènes peuvent provenir de l'animal malade en phase de bactériémie ou de septicémie. Ils peuvent être disséminés à partir de sites bactériens (tuberculose, brucellose). **(Guiraud, 1998)**. Pour les animaux sains, il existe un portage dans les voies respiratoires, le tube digestif, la mamelle et l'utérus. Les microorganismes du tube digestif sont extrêmement variés et nombreux (*Bacteroides*, flore lactique, entérobactéries, salmonelles, clostridies). Ils peuvent être disséminés dans l'environnement mais aussi dans l'organisme ; ils remontent par exemple dans la mamelle par le canal du trayon (*Streptococcus lactis*). Il s'ensuit que moins de 2,5 % des laits sont stériles dans la glande de primipares ! **(Carlier et al., 1984)**. Pissang Tchangai rapporte que le lait normal contient des microcoques saprophytes de la mamelle ainsi que des ferments lactiques **(Pissang Tchangai, 2001)**.

2.1.2 Origine exogène/ contamination

Les contaminations des laits et produits laitiers sont nombreuses de la production à la transformation, ce sont des contaminations secondaires **(Carlier et al, 1984)** dû à :

- L'homme, un agent de contamination majeur : lorsqu'il est malade (affections respiratoires, digestives et cutanées) ; ou porteur sain par exemple porteur salmonelles: *Salmonella typhi* est éliminé pendant plusieurs années et de façon discontinue, un traitement antibiotique n'élimine pas le portage Salmonelles. Ils sont présents dans les cavités nasales, buccales et l'appareil respiratoire. Leur dissémination est majeure en cas de rhume, acné, impétigo, et dans les glandes sudoripares etc.
- Fèces et téguments de l'animal : Coliformes, Entérocoques Clostridium, Salmonella.
- Insectes sont également vecteurs de microorganismes. Leur rôle a été mis en évidence dans le transport de shigelles, salmonelles et autres.
- Sol: Streptomyces, Listeria, bactéries sporulés, spores fongiques...etc.
- L'air et l'eau : Flores diverses, bactéries sporulés **(Guiraud, 1998)**. Quant à l'eau (de ruissellement notamment), elle est susceptible de receler toutes les espèces bactériennes puisqu'elle draine la litière, le foin, etc. Les germes Gram – aérobies comme *Pseudomonas* sont fréquents dans les eaux douces. L'air véhicule spores, bactéries, matières vaporisées,

postillons... Les supports matériels et en particuliers les étoffes sont un formidable site de concentration des microorganismes.

Dans son étude sur les facteurs de variation de la qualité du lait à la Réunion, E. Tillard montre que les laits de vache les plus concentrés en cellules somatiques sont associés à une hygiène de traite insuffisante et à la saison des pluies (Tillard, 2001). De même, une étude réalisée en Bretagne montre que la présence de mammites et une forte concentration du lait en cellules somatiques sont associées à des vaches sales et maigres et/ou à des vaches âgées. On note une contamination du tractus génital si des manipulations malheureuses au vêlage ont permis une contamination fécale (Faye *et al.*, 1998). Enfin, les mamelles lésées sont propices à déclarer des mammites à *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae* ou *E. coli* (Francis, 1984 ; Jones, 1986). Reste à mentionner l'effet des saisons sur l'incidence des mammites et les germes en cause : Schukken met en évidence un pic de mammites à *Staphylococcus aureus* et *E. coli* au printemps (Schukken *et al.*, 1988).

Les contaminations de lait par source et par genre sont résumé dans le tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 : les différentes sources de contamination du lait (Frank & Hassan., 2002).

Sources	Genre
Personnel	<i>Coliformes, Salmonella, Entérocooccus, Staphylococcus</i>
Air	<i>Streptococcus, Micrococcus, Corynebactérium, Bacillus</i> Levures et Moisissures
Intérieur de pis	<i>Streptococcus, Micrococcus, Corynebactérium</i>
Extérieur de pis	<i>Micrococcus, Staphylococcus, Entérocooccus, Bacillus</i>
Fèces	<i>Eschérichia, Staphylococcus, Listéria, Mycobactérium</i> <i>Salmonella</i>
Appareil de traite	<i>Micrococcus, Streptococcus, Bacillus, Coliformes</i> <i>Clostridium, Bacillus, klebsiella</i>
Litière	<i>Clostridium, Bacillus, Pseudomonas, Mycobactérium</i>
Sol	Levures et Moisissure
Alimentation	<i>Clostridium, Listéria, Bacillus, Bactérie lactiques</i>
Eau	<i>Coliformes, Pseudomonas, Corynebactérium, Alcaligenes</i>

2.2 Regroupement des micro-organismes de lait

Un micro-organisme est un organisme vivant, de très petite dimension. Du fait qu'il est invisible à l'œil nu, il est impossible de détecter sa présence et seul le respect des règles d'hygiène et de salubrité diminuera les risques de contaminations. Les micro-organismes se multiplient, se nourrissent, s'adaptent et sécrètent des déchets ou sous-produits qui pourront être utiles, nuisibles ou dangereux pour l'humain. Pour se multiplier, ils utilisent les principaux constituants qui entrent dans la composition des produits laitiers. On retrouve quatre groupes de micro-organismes qui ont une importance dans le domaine laitier : les virus, les bactéries, les levures et moisissures (LAMONTAGNE & al., 2002).

2.2.1 Virus

Le virus est le plus petit des micro-organismes connus. Sa taille est de l'ordre du nanomètre. Etant un parasite, il a besoin d'un organisme vivant pour se développer. Le virus peut parasiter un humain, un animal, une plante ou une bactérie. Les virus ne se développent donc pas dans les aliments. Leur présence dans un produit laitier signifie qu'un manipulateur, un animal ou une des composantes utilisées dans la formulation du produit alimentaire a servi de vecteur d'incorporation. Les principaux virus associés au secteur laitier sont ceux de l'hépatite A et les bactériophages. Cependant, ce phage spécifique aux bactéries n'est pas dangereux pour l'humain (LAMONTAGNE, 2002).

2.2.2 Bactéries

2.2.2.1 Bactéries lactiques

Ce sont des espèces utilisées en industrie laitière pour la fabrication de certains produits laitiers, mais aussi les espèces qui peuvent les altérer. Leur principale propriété est de produire de l'acide lactique par fermentation du lactose. Certaines produisent en outre du gaz carbonique et divers composés, qui contribuent à l'arôme des produits laitiers. Par leur production d'enzymes protéolytiques, elles contribuent à l'affinage des fromages. Dans du lait non réfrigéré, elles tendent à prédominer, donnant à celui-ci une certaine protection vis-à-vis de germes indésirables. La flore acidifiante du lait n'est pas uniquement constituée de bactéries lactiques. Des bifidobactéries et des entérobactéries interviennent aussi dans l'acidification. Le tableau ci-dessous résume l'effet de ces familles (tableau 5).

Tableau 5 : la flore acidifiante du lait et son effet (Guiraud et Galzy, 1980).

	Effet	
Bacillus	responsables de l'acidification et la coagulation ou la protéolyse des laits de longue conservation.	
Clostridia	provoquent le gonflement et l'altération des fromages et donne le goût rance et piquant très désagréable.	
	<i>Clostridium perfringens</i>	peut être dangereuse par ses toxines.
Staphylocoques	provoquent par leur production de toxines thermostables des intoxications de gravité variable pouvant être redoutables chez l'enfant.	
Entérobactéries	Les salmonelles	responsables de toxi-infections et des épidémies de fièvre typhoïde et paratyphoïde.
	Les coliformes	Ferment le lactose, produisant, outre des acides, des gaz (hydrogène et gaz carbonique) qui font gonfler les fromages. Elaborent diverses substances conférant aux produits des goûts et des odeurs très désagréables. Certaines responsables d'infections gastro-intestinales.
	Les colibacilles	E. coli, certaines entéropathogènes, peuvent être responsables de graves toxi-infections La contamination par les bactéries coliformes est très fréquente; même légère, elle présente un risque. Des coliformes banals absorbés en quantité massive peuvent déclencher des troubles gastro-intestinaux.
	bacille tuberculeux	infections tuberculeuses.

2.2.3 Levures

Elles sont de 10 à 40 fois plus grosses que les bactéries. De forme ovale, elliptique ou rectangulaire, dans certains cas, elles se développent en produisant des renflements appelés bourgeons. Ce sont des champignons microscopiques de type unicellulaire ou présentant dans leur cycle biologique une phase unique prépondérante. Elles occupent une place essentielle dans l'industrie alimentaire. Elles participent à la fabrication de nombreux produits

alimentaires (brasserie, cidrerie, vinification...) mais aussi à la revalorisation des déchets agricoles et industriels et à la production de protéines. (GUIRAUD et GALZY, 1980) Les levures peuvent aussi être néfastes. Certaines sont responsables de fermentations gazeuses dans les crèmes fermières et les caillés frais. La présence de levures à la surface des yaourts, fromages à pâte fraîche, crème et beurre sont l'indice d'une pollution qui déprécie l'aspect et le goût des produits.

La dégradation d'aliment causée par les levures peut être un indice de la présence d'autres micro-organismes pathogènes. Elle est certainement un indice de mauvaises pratiques et de fabrication mal contrôlées (LAMONTAGNE & al., 2002).

2.2.4 Moisissures

De façon générale, les moisissures sont dix fois plus grosses que les levures. Ce sont des contaminants fréquents dans les produits alimentaires. Ce sont des saprophytes dotés d'un grand pouvoir de dégradation. Certaines espèces sont toxigènes, d'autres sont utilisés dans l'industrie surtout en fromagerie. Leur intervention dans l'industrie alimentaire se situe à plusieurs niveaux :

- Les champignons à activité phytopathogène : très néfastes pour la production des matières alimentaires brutes que sont les fruits et légumes.
- Les moisissures saprophytes contaminent les aliments et les dégradent au point de vue qualitatif. Certains d'entre eux sont toxigènes et libèrent dans l'aliment des mycotoxines qui représentent un grave danger du point de vue sanitaire
- Les champignons filamenteux sont aussi très utiles. Ce sont des agents d'affinage qui interviennent en fromagerie et participent à la protéolyse et à la lipolyse du caillé (GUIRAUD et GALZY, 1980).

Tout aliment moisi doit être jeté car les moisissures produisent une toxine dans le produit alimentaire, source de danger pour le consommateur (LAMONTAGNE, 2002).

2.3 Application industrielle des bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques furent et sont encore utilisées sous la forme de levains artisanaux, mais le développement de l'industrie de transformation, en particulier de l'industrie laitière, a conduit à la production de ferments industriels capable d'assurer à la fois la qualité et la constance du produit (Leveau et Bouix, 1993 ; Pfeiler et Klaenhammer 2007).

Les bactéries lactiques produites comme ferments commerciaux sont des cultures pures ou un mélange appartenant aux genres : *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* et *Bifidobacterium*. (Leveau et Bouix, 1993) On doit d'emblée souligner la dualité qui existe entre les ferments lactiques naturels et les ferments lactiques sélectionnés (De Roissart et Luquet, 1994; Wouters et al., 2002).

2.3.1 Ferments lactiques naturels

Proviennent du lait n'ayant subi aucun traitement thermique et sont de composition complexe et variable selon le terroir d'où ils proviennent.

2.3.1.1 Ferments lactiques sélectionnés

Sont composés d'une souche pure ou d'un ensemble de souches pures. On entend par souche pure, suivant la définition classique, une population formée à partir d'une colonie isolée, développée sur boîte de pétri sur un milieu de culture gélosé, c'est à dire une culture provenant en principe d'une seule cellule bactérienne. Normalement, les bactéries constituant ces ferments sont des espèces déterminées et leur activité globale caractérise le ferment : l'acidification, la protéolyse, la formation d'arômes. Actuellement, les souches commercialisées ont été isolées du lait ou des produits laitiers et en particulier des levains artisanaux (Wouters et al., 2002). Les qualités exigées des ferments lactiques sont multiples. Ces derniers doivent être capables de transformer l'aliment en un nouveau produit possédant des propriétés définies et constantes et permettre une bonne conservation de l'aliment en le protégeant en particulier contre la détérioration par d'autres micro-organismes par le biais de l'acidification et / ou la production d'antibiotiques et de bactériocines (Wouters et al., 2002 ; Patrignani et al., 2006).

3.1 Lactosérum

3.1.1 Définition

Le lactosérum est un sous produit de la fabrication fromagère, est obtenu suite à la coagulation des caséines sous l'action de la présure (lactosérum doux), ou suivant l'acidification du lait (lactosérum acide) (Morr, 1989).

La production de 10-20 Kg de fromage donne 80 à 90 Kg de lactosérum (Ilker et al., 2006).

Le lactosérum est un produit découvert il y a plus de 3000 ans avant Jésus-Christ, par des Bédouins lors du transport de lait (De Witt, 2001). C'est un liquide jaune verdâtre, contenant une quantité importante de protéines de lait environ 20% (6g/L) et riche en élément nutritif (Muller et al., 2003).

Il est cependant un produit intéressant par ses teneurs en protéines riches en acides aminés indispensables (lysine et tryptophane), en lactose et par la présence de nombreuses vitamines du groupe B comme la thiamine et la riboflavine (Veisseyre, 1975). Il représente essentiellement une source d'énergie et de carbone de part son teneur élevée (75% de la matière sèche) en lactose (Kennedy et Cabral., 1985). D'autres éléments de valeur s'y retrouvent, dont les protéines (10% de la matière sèche), le calcium (0,45% de la matière sèche), le phosphore (0,40% de la matière sèche), et les vitamines hydrosolubles, sont les plus importants (Modler, 1988).

3.1.2 Types de lactosérum

Le lactosérum doit être considéré comme un produit dérivé plutôt qu'un sous produit de la fabrication des fromages, ou de la caséine. On distingue deux types de lactosérums: celui résultant de la coagulation des laits non acides, par la présure, et qu'on appelle " lactosérum doux" et celui résultant, de la fabrication des fromages à pâtes fraîches, à pâtes molles ou de la caséine lactique appelle " lactosérum acide (Linden et al., 1994; De La Fuente, 2002). (Tableau 6)

Tableau 6 : Différents types de lactosérum (Adrian et al., 1991).

Degré d'acidité	Type	pH	Production
<18°D	Lactosérum doux	6,5 ± 6,7	-Fromagerie à pâte pressée - Fromagerie à pâte cuite - Caséinerie présure.
>18°D	Lactosérum acide	4,5 – 5,5	- Fromagerie à pâte fraîche - Fromagerie à pâte molle - Caséinerie acide

3.1.2.1 Lactosérum acide

Obtenu après la coagulation du lait par précipitation des caséines à leur pH isoélectrique de 4.6 par ajout d'acide fort ou d'acide lactique (**Violleau, 1999**). La caséine est combinée à des sels de calcium, l'acidification entraîne sa déminéralisation qui fait passer dans le sérum une part importante d'élément minéraux, notamment le calcium et le phosphore (**Sottiez, 1990**). Les lactosérums acides sont moins riches en lactose et plus riche en minéraux. Ils sont aussi plusensemencés en germes lactiques et moins sujets à des fermentations que les lactosérums doux (**Moletta, 2002**). Les teneurs élevées en acide lactique et en minéraux posent des difficultés pour la déshydratation; aussi les lactosérums acides sont souvent utilisés à l'état liquide alors que les sérums doux sont généralement déshydraté (**Moletta, 2002**).Le lactosérum acide provient de la fabrication des pâtes fraîches et des pâtes molles, son pH varie entre 4.5 - 5 (**Adrian et al., 1991**).

3.1.2.2 Lactosérum doux

Il est obtenu après la coagulation de la caséine sous l'action de la présure sans acidification préalable, on obtient alors un sérum doux, pauvre en sels minéraux et riche en lactose et en protéines. En plus des protéines solubles du lait, ce type de lactosérum contient une glycoprotéine qui provient de l'hydrolyse de la caséine Kappa par la présure (**Sottiez, 1990, De La Fuente et al., 2002**). Lorsque le lactosérum de fromagerie n'est pas traité avec toutes les précautions nécessaires, la poursuite de la fermentation naturelle augmente son acidité. Le lactosérum doux issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite ou non cuite (Emmenthal, Saint Paulin, Edam.....etc.), est de pH variant entre 5 et 6,3 (**Morr et al., 1993**).

3.1.3 Composition des lactosérums

Selon le procédé de coagulation et la composition initiale du lait (donc la saison, la race des animaux, le type d'alimentation, etc.), la composition du lactosérum peut varier sensiblement (**Bergel et al., 2004**).D'après ce tableau (tableau 7) on constate que les lactosérums sont riches en lactose et potassium. Dans le lactosérum acide une partie du lactose a été transformé en acide lactique; les lactosérums doux sont pauvres en calcium (reste dans le caillé pour participer à la coagulation des protéines), alors que les lactosérums acides sont riches en calcium (**Morr et al., 1993**).

Tableau 7 : Composition moyenne du lactosérum doux et acide (Morr *et al.*, 1993; Linden *et al.*, 1994).

	Lactosérum doux (%)	Lactosérum acide (%)
pH	6.3	4.6
Eau	93	93.5
Lactose	4.77	4.71
Protéines	0.82	0.75
MG	0.07	0.03
Acide lactique	0.15	0.55
Cendres	0.53	0.69
Calcium	0.05	0.13
Sodium	0.07	0.06
Potassium	0.13	0.15
Phosphore	0.06	0.09

3.1.3.1 Lactose

Le lactose est le principal constituant du lactosérum, c'est un diholoside constitué par l'union d'une molécule de α ou β - D- glucose et d'une molécule de β -D-galactose, ce qui est à l'origine de la présence de deux lactoses stéréo-isomères réducteurs (Luquet et François., 1990). Le lactose est caractérisé par :

- Une solubilité limitée.
- Un pouvoir sucrant faible. Sa seule source importante dans la nature est le lait et les produits laitiers (Visser *et al.*, 1988).

3.1.3.2 Minéraux

Selon certaines pratiques fromagères, il y'a ajout de sel, ce dernier avec toutes les matières minérales en solution dans le lait se retrouve dans le lactosérum. Les 8 à 10% des matières salines de l'extrait sec de sérum sont constitués pour plus de 50% de chlorures de sodium et de potassium et pour le reste de différents sels de calcium, principalement sous forme de phosphate de calcium (Vrignaud., 1983).

D'après Méreo, (1971), ces sels minéraux constituent les éléments indésirables « *du sérum* ». En effet, il semblerait qu'une quantité relativement élevée constitue un obstacle à l'utilisation du lactosérum dans l'alimentation humaine et infantile. Mais il est utilisé pour la préparation de lactose pur et des protéines. Il est donc avantageux de déminéraliser le sérum partiellement grâce à des techniques physico-chimiques, telle que l'électrodialyse (Linden et Lorient., 1994).

3.1.3.3 Protéines du lactosérum

Deux grandes familles de protéines entrent dans la composition du lait à savoir, la première famille est constituée de caséines qui représentent environ 80% des protéines totales du lait et la seconde est composée des protéines solubles constituées essentiellement de β lactoglobuline (β - LG), α -lactalbumine (α -LA), l'albumine sérique bovine (BSA), les immunoglobulines (Ig) et les protéases peptones (De Wit, 1981; De Wit et Hontelez., 1981 ; De Wit, 1989). A l'échelle industrielle, ces protéines solubles sont extraites à partir du lactosérum, ce dernier contient environ 1% de protéines (Morr *et al.*, 1993).

3.1.3.3.1 β -lactoglobuline (β -LG)

La β -lactoglobuline (β -LG) est la plus abondante des protéines du lactosérum, elle représente environ 2 à 4 g/L, ce qui correspond à 50% des protéines totales du lactosérum (Eugenia *et al.*, 2006 ; Roufik *et al.*, 2007). Il s'agit d'une protéine globulaire de structure compacte, composée de 162 résidus d'acide aminés et dont la masse moléculaire relative est de 18,3 KDa. Jusqu'à présent, 9 variantes génétiques ont été identifiées dans cette protéine (Uchida *et al.*, 1996 ; Roufik *et al.*, 2007 et Eugenia *et al.*, 2006). Bien que le rôle physiologique de la β -lactoglobuline soit encore mal défini. Cette protéine est d'une très grande qualité nutritive grâce à son contenu élevé en acides aminés essentiels, notamment la leucine et la lysine. De plus, elle est riche en méthionine et en cystéine. Principales sources de soufre (Morr, 1989 ; Hambling *et al.*, 1992 et Dibley, 1997).

3.1.3.3.2 Lactalbumine (α -LA)

L' α -lactalbumine est une protéine globulaire de structure primaire présentant de nombreuses homologies de séquences avec le lysozyme d'oeuf de poule, avec 47 résidus d'acides aminés identiques sur 123, son poids moléculaire est de 14 KDa et se présente avec une concentration de 1 à 1,5 g/L de lactosérum (environ 20% des protéines totales de lactosérum) (Cheftel *et al.*, 1985). L' α -lactalbumine est une autre protéine fonctionnelle très intéressante par sa composition riche en tryptophane, qui en fait une base de fabrication de peptides destinés à l'alimentation diététique ou ali camenteuse. Cette protéine intervient comme cofacteur dans la biosynthèse du lactose, à partir du galactose et du glucose (De Wit, 1989 ; Brew et Grobler., 1992 ; Creamer et Mac Gibbon., 1996 ; De Wit, 1998).

3.1.3.3.3 Sérum albumine bovine (BSA)

Sérum albumine bovine représente 0,1 à 0,4 g/L des protéines de lait, il est constitué de 582 acides aminés. Les liaisons des acides gras stabilisent la molécule de protéine contre la dénaturation par la chaleur. Il est soluble jusqu'à 35% à température de 3 °C dans l'eau

distillée, mais subit une précipitation extensive à la température ambiante dans la gamme de 40 à 45 °C (Morr *et al.*, 1993 ; Lin *et al.*, 1976 et Gumpens *et al.*, 1979).

3.1.3.3.4 Immunoglobuline (Ig)

L'immunoglobuline se réfère à une famille hétérogène des glycoprotéines, ayant une activité d'anticorps (Eigel *et al.*, 1984). L'immunoglobuline se compose de quatre classes : IgG1, IgG2, IgA, IgM, et IgE. Ceux-ci ont été identifiés dans le lait. Ces protéines sont des monomères de deux chaînes polypeptides de 20 KDa et deux chaînes polypeptides de 50 à 70 KDa qui sont liées par des ponts disulfure (Brunner, 1977). Le lait de vache contient 0,6 à 1,0 g/L d'immunoglobuline, 80% c'est IgG. Cette protéine est caractérisée par un plus haut dévoilement thermique que l' α -lactalbumine et la β -lactoglobuline (Eigel *et al.*, 1984). Les protéines ne forment pas la fraction la plus abondante du lactosérum, mais elle est la plus intéressante sur le plan économique et nutritionnel qui est supérieure aux protéines du blanc d'œuf, prise comme protéine de référence (Sottiez, 1990). Selon Moletta, (2002), la teneur moyenne du lactosérum en acides aminés est donnée par le tableau 8.

Tableau 8 : acides aminés essentiels (g/100g) (Moletta, 2002)

Acide amine	Protéines de lactosérum	Caséines
Tryptophane	1.38	1.22
Lysine	10.9	8.81
Méthionine	1.95	3.07
Cystéine	1.35	0.57
Leucine	7.09	9.8
Isoleucine	4.06	4.8
Phénylalanine	3.47	5.18
Valine	5.54	3.55
Thréonine	5.03	4.7

3.2 Pouvoir polluant du lactosérum

Pendant longtemps, le lactosérum a constitué un effluent de l'industrie fromagère. Par sa composition riche en matière organique, son rejet dans l'environnement constitue une source de pollution à cause de sa demande biochimique en oxygène qui est très élevée entre 32000 à 60000 mg d'O₂/L, (Cheryan, 1998).

Le lactosérum engendre une pollution organique importante soit: 1 litre correspond à environ 85% de la pollution journalière générée par un habitant (**Laplanche et al., 2006**). Plusieurs opérations membranaires sont proposées pour le traitement des effluents des laiteries telles que les opérations à un seul étage comme l'ultrafiltration (UF) (**Blanchard, 1991**), nano filtration (**Koyuncu et al., 2000**).

Le coût de traitement de lactosérum en station d'épuration élève le prix de revient des spécialités fromagères issues du lait.

L'épandage est également une destination envisagée mais les volumes annuels produits (on parle de 100 millions dans le monde) satureront vite cette solution. Enfin si on se réfère à la composition du lactosérum, on y retrouve des composés d'intérêt; d'où la possibilité de valorisation (**Bergel et al., 2004**).

3.3 Valeur de lactosérum

La valeur nutritionnelle et les propriétés fonctionnelles du lactosérum (tableau9) sont liées au lactose et aux protéines (**Lupin, 1998**).

Tableau 9 : La valeur nutritionnelle et les propriétés fonctionnelles du lactosérum.

lactose	protéines
<ul style="list-style-type: none"> •stabiliser le pH intestinal d'où une meilleur utilisation digestive du calcium et du phosphore[2] •stabilité du pH évite l'installation de flores purifiantes [2] •un intérêt diététique fondamental puisqu'il représente la seule source d'hydrate de carbone de tous les mammifères y compris l'homme [3] et[4] •un facteur favorable aux réactions de caramélisation et réaction de Maillard, ainsi qu'il est un très bon support d'arôme et un bon substrat de culture pour les ferments de maturation [3] •constituant essentiel des cérébrosides composant les tissus nerveux [1] 	<ul style="list-style-type: none"> •meilleure valeur nutritive que la caséine.[5] •source équilibrée en acides aminés indispensables notamment en lysine, acide aminés soufrés et en tryptophane[5] •Pouvoir émulsifiant en présence de matière grasse [3] •Pouvoir gélifiant par coagulation à la chaleur [3] • Pouvoir moussant[3]

[1](Gerard et Debry, 2001) [2] (Sottiez, 1990) [3](Sottiez, 1985) [4] (Lupin,1998) [5](Linden et Lorient, 1994).

3.4 Utilisation du lactosérum

Tableau 10 : Les domaines d'utilité du lactosérum.

L'Alimentation animale	Le veau	L'ultra filtrat du lactosérum à l'état liquide et bien toléré par le veau après sevrage. Il peut remplacer la totalité de l'eau de boisson, et apporter jusqu'à 30-35% de la matière ingérée chez les animaux pesant 100 à 110 kg [6]
L'Alimentation humaine	Industrie de boisson	Les boissons à base de lactosérum, ont une grande valeur diététique, digestion facile et rapide. Elles sont légères, désaltérantes, et très agréable à boire [7].
	Industrie laitière	La poudre de lactosérum acide peut remplacer la poudre de lait écrémé à des taux précis pour la fabrication des yaourts, sans atteinte à la qualité ni à l'arôme de ces derniers [6].
	Dans la confiserie	Le lactosérum a d'importantes utilisations dans la fabrication de certains bonbons, et il se trouve le moins couteux des produits laitiers utilisables du fait de son importante teneur en eau [8].
	En boulangerie	La combinaison du lactose avec les matières azotées (réaction de Maillard) donne des complexes stables (contre le rancissement). Amélioration du goût et l'arome du pain ; Amélioration des caractéristiques internes et externe : affinage de la coloration ; pâte plus tendre et augmentation du rendement [9].
	Dans les glaces et crèmes glacées	La poudre de lactosérum doux peut remplacer jusqu'à 25% de la quantité du lait écrémé. Lactosérum acide peut remplacer une partie du sucre pour la fabrication des sorbets de bonne qualité [10].
Biotechnologie	Substrat de fermentation	Vu sa composition le lactosérum est choisi comme un milieu de culture pour les microorganismes (levure), qui dégradent le lactose [11].
	Production des vitamines et des enzymes.	<i>Propionibacterium shermanii</i> : qui produit la vitamine B ₁₂ <i>Saccharomyces fragilis</i> : qui permet la production du lactose (bêta galactosidase) [6].

[6](Luquet et Boudier, 1984)[7] (Nelson et Coll., 1978)[8] (Vrignaud, 1983)[9] (Apria, 1980) [10] (Apria, 1973)[11] (Anonyme 2 ,2002)

4.1 Définition de lait acidifié caillé

Le lait caillé est un lait acidifié obtenu, soit par fermentation naturelle après ensemencement à l'aide de levains lactiques préparés à l'avance ou du lait caillé de la veille, avec ou sans addition de substances coagulantes (présure, pepsine) (**Dieng, 2001**). Selon **Seydi et Ndiaye (1993)** la matière première peut être du lait cru ou du lait en poudre. Les levains lactiques dégradent le lactose en acide lactique et confèrent par la suite une acidité favorable à la conservation du produit et à la coagulation de la caséine qui forme un gel avec très peu d'exsudation du lactosérum.

Le lait caillé est un lait acidifié obtenu par fermentation naturelle ou après ensemencement à l'aide de levains lactiques préparés à l'avance, avec ou sans addition d'un coagulant.

4.2 Les différents types de coagulants

Les coagulants peuvent avoir diverses origines :

- Coagulant d'origine animale : la présure contient deux enzymes coagulantes, la chymosine et la pepsine ; elle est obtenue par macération de caillettes de bovidés .
- Coagulant d'origine végétale dont les enzymes actives sont la cytosine et la cardosine . Par exemple le figuier, la luzerne, etc. Le jus de citron peut également fonctionner . Cette utilisation de coagulant d'origine végétale est très marginale.
- Coagulant microbien : dont l'enzyme est issue de la fermentation par des champignons (par exemple issu de *Rhizomucor miehei*).

4.2.1 Définition de la présure

Enzyme extraite de la caillette du veau ou de l'estomac de l'agneau ou fabriquée industriellement à partir des moisissures, utilisée pour cailler le lait (**Larousse**).

La dénomination présure est réservée à l'extrait soit liquide ou pâteux, soit pulvérisé ou comprimé après dessiccation provenant de la macération de caillettes de jeunes ruminants non sevrés. Les enzymes gastriques ainsi extraites appartiennent à la catégorie des endopeptidases actives à pH acide appelées protéases à aspartate ou encore protéases acides. La présure contient essentiellement deux protéases, l'une majeure constituée de chymosine et l'autre mineure constituée de pepsine bovine appelée pepsine A ou pepsine-II . La présure contient aussi une autre protéase synthétisée au niveau de la caillette en faible quantité ayant des propriétés intermédiaire entre la chymosine et la pepsine. Elle est

appelée gastricine ou encore pepsine B ou pepsine-I. L'extrait des caillottes est donc un mélange des trois enzymes précédentes (**Alais, 1984**).

La présure : Enzyme protéolytique extraite au moyen des semeurs à 10% de caillottes des jaunes ruminants nourrit au lait, elle est constituée d'un mélange de chymosine (80%) et de pepsine (20%) (**NAFTI Yahia ,2011**).

PARTIE
EXPERIMENTALE

1. Objectif

L'objectif de notre travail est la valorisation du lactosérum doux issu de la fabrication du fromage à pâte molle (camembert) dans le lait fermenté caillé raïb à des différents pourcentages.

L'incorporation de lactosérum, la réalisation des analyses physico-chimiques et les analyses bactériologiques de produit fini sont effectués au niveau de l'unité de la vallée Tazemalt. Tandis que l'étude bactériologique de la matière première est au niveau de laboratoire de L'EPSP de Bouira.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées sur :

- Le lait cru
- Le lactosérum doux liquide.
- Le lait reconstitué.
- Le mélange.
- Les essais de Raïb.

2. Présentation de lieux de stage : laiterie de « la Vallée »

La laiterie de la VALLEE est une société à responsabilité limitée (SARL). Créée par les frères ZEGGANE. Elle se situe (fig. 3) dans la commune de Tazemalt à 80 km de la wilaya de Bejaia, bordée par les communes de: Beni-Mlikeche au nord, Boudjellil au sud, Akbou à l'est et Chorfa à l'ouest.

La laiterie s'étale sur une surface totale de 2000 m² y compris les garages de stockage aménagés, les laboratoires d'analyse (physico-chimique et microbiologique) et les services d'administration.

Durant tout les procédés de fabrication, la laiterie exerce dans le respect de la chaîne de froid et les exigences des conditions d'hygiène, tel que la désinfection quotidienne du matériel.

Depuis sa création et grâce à la qualité de ses produits et le respect des règles du métier, la laiterie la Vallée a réussi à se positionner sur le marché, principalement par son produit Vallée GLACE, parmi les premiers produits de la laiterie et les plus répondus sur le marché national Algérien.

Les produits de l'unité :

- Camembert (grand modèle 250g et petit modèle 125g) : C'est jusqu'au 2011 que l'industrie a commencé de produire de fromage à pâte molle (fig. 4) ;
- Lait pasteurisé partiellement écrémé en sachet de 1L depuis 2001;

- L'ben (sachet de 1L) depuis 2002 ;
- Sorbet (citron, pistache) ;
- Crème glaces (vannées, fraise, chocolat ...etc.).



Figure 3 : Position géographique de La Vallée (Google Maps)



Figure 4: Fromage à pâte molle type Camembert de LA VALLEE (Photo personnelle)

3. Matériel et méthodes

3.1 Matériel

3.1.1 Matériel pour les analyses physico-chimiques

En plus du petit matériel de laboratoire physicochimique, nous avons utilisé les appareils suivants :

- Dessiccateur (SIMAX) ;
- PH mètre (HANNA);
- Centrifugeuse (GERBER) ;

- Butyromètre (FUNKE GERBER) ;
- Thermolactodensimètre (FUNKE GERBER Berlin) ;
- Balance analytique (SARTORIUS certifié ISO 9001) ;
- Burette hydrométrique (ISOLAB) ;
- Etuve.

3.1.2 Matériel pour les analyses bactériologiques

- Bec benzène ;
- Pipette pasteur ;
- Boîtes pétri ;
- Etuve.

3.1.3 Matériel expérimentale

- Plaque chauffante wafa model :WY-01A ;
- Balance ;
- Pot ;
- Machine de conditionnement ;
- Grande cuillère ;
- Cocotte 6L ou récipient avec son couvercle pour la pasteurisation ;
- Bécher 500ml.

3.2 Méthodes

3.2.1 Les analyses physico-chimiques

1) Détermination de l'acidité titrable (AC)

a. Définition

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (AFNOR, 1985).

b. Principe

Titration de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

c. Mode opératoire

- Dans un bécher introduire 10 ml de lait prélevé à la pipette, ou pesé à 0.001g près, environ 10g de lait,
- Ajouter dans le bécher quatre gouttes de la solution de phénolphthaléine,

- Titrer par la solution d'hydroxyde de potassium 0.1N jusqu'à virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait.

On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes,

- Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

d. Expression des résultats

L'acidité exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait est égale à:

$$AC = v \times 10(^{\circ}D)$$

Avec V : volume de NaOH utilisé en ml.

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

a. Définition

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20°C (27°C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100g de lait ou 100 ml de lait (AFNOR, 1985).

b. Principe

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique.

Obtention de la teneur en matière grasse (en grammes pour 100 g ou 100 ml de lait) par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

c. Mode opératoire

✓ 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.

✓ **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.

✓ **Centrifugation**

- Placer immédiatement le butyromètre dans la centrifugeuse GERBER, amener la centrifugeuse à la vitesse requise (1200 tr/mn) en 2 minutes puis maintenir cette vitesse pendant 4 minutes.

d. Lecture

- Placer le butyromètre dans un bain d'eau à $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 2 à 3 minutes,
- Enlever le butyromètre du bain d'eau, le bouchon étant toujours ajusté vers le bas, ajuster soigneusement le bouchon pour amener l'extrémité inférieure de la colonne grasse avec le minimum de mouvement de cette colonne devant le repère le plus proche,
- Noter le trait de repère correspondant à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse puis en ayant soin de ne pas bouger celle-ci, aussi rapidement que possible noter le trait de repère au haut de la colonne de matière grasse.

e. Expression des résultats

La teneur en matière grasse de lait est :

$B - A$ 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

3) Mesure de la teneur en matière sèche totale

a. Définition

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (AFNOR, 1985).

b. Principe

Dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu.

c. Mode opératoire

A l'aide d'une balance analytique

- Peser le verre de montre vide E ;
- Peser une quantité de lait E1 ;
- Mettre dans l'étuve pendant 4h minimum ;

- Refroidir dans un dessiccateur pendant quelque minute ;
- Repeser l'échantillon E2.

d. Lecture

La détermination de la matière sèche s'arrête automatiquement lorsqu'aucune perte de poids n'est détectée par l'appareil et lire directement sur l'affichage le poids en pourcentage massique correspondant à la matière de l'échantillon analysé.

$$EST = E1 - T/E * 100$$

4) Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée

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

$$ESD = EST - MG$$

ESD : extrait sec dégraissée.

EST : extrait sec total.

MG : matière grasse.

5) Mesure de pH

a. définition

Le pH permet de déterminer « l'acidité actuelle » du lait qui peut être mesurée soit par le pH-mètre soit par le papier pH (DIOUF, 2004). La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'elle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (CHENANFA et AOUDIA, 2017 ; TALEBBENDIAB, 2017).

b. Principe Selon AFNOR (1980),

C'est une mesure par le pH mètre des ions H⁺ dans une solution dont le but est de déterminer quantitativement l'acidité ou la basicité de celle-ci (CHENANFA et AOUDIA, 2017).

c. Mode opératoire

On introduit directement l'électrode de pH mètre dans un bécher contenant le produit à analyser (eau, lactosérum, lait ; produit fini) ; puis on lit la valeur du pH sur l'écran de l'appareil.

NB: Pour les poudres du lait à 0% de MG et 26% de MG, on pèse 10g de l'échantillon, puis on

Ajoute 100 ml d'eau distillé à l'aide d'un agitateur électrique, on applique une agitation douce jusqu'à dispersion de la prise d'essai, on laisse reposer puis on plonge l'électrode du pH mètre.

6) La masse volumique (MV)

La densité nous renseigne sur le taux des matières solides et sur la viscosité de la solution. La densité du lait dépend de tous ses constituants. Elle permet de soupçonner un mouillage ou un écrémage du lait puisque celui-ci l'augmente et l'addition d'eau a un effet inverse (BENNEDJIMA et ROUIJAA, 2015).

a. Principe

La densité est déterminée à l'aide d'un Thermolactodensimètre étalonné de manière à donner (par simple lecture du trait correspondant au point d'affleurement) la densité de l'échantillon à analyser dans lequel il flotte. Deux facteurs déterminent cette densité :

- La concentration des éléments dissous et en suspension ;
- La proportion de la matière grasse (OUALI, 2003)

b. Mode opératoire

- Verser lentement l'échantillon du lait dans une éprouvette en évitant la formation des mousses ;
- Introduire le Thermolactodensimètre dans l'éprouvette et le laisser se stabiliser ;
- Effectuer la lecture de la masse volumique et de la température.

c. Expression des résultats : Selon la température du lait on a deux règles à utiliser :

- ✓ Température du lait $< 20^{\circ}\text{C}$:

$$\text{MV} = \text{lecture} - 0.0002 (20^{\circ}\text{C} - \text{température du lait}).$$

- ✓ Température du lait est $> 20^{\circ}\text{C}$:

$$\text{MV} = \text{lecture} + 0.0002 (\text{température du lait} - 20^{\circ}\text{C}).$$

NB : Les mêmes analyses physico- chimique sont effectuées pour le produit fini (Raib), concernant le lactosérum on a effectué seulement l'analyse de MG et de EST.

3.2.2 Les analyses bactériologiques

Toutes les manipulations s'effectuent avec un examen de précision et dans des conditions d'asepsie rigoureuse. Après avoir effectué un échantillon représentatif selon les directives d'ISO 707, une fois arrivées au laboratoire d'analyse, une série de dilutions décimales en vue

de l'examen microbiologique à partir de suspension mère sont réalisées selon les modalités fixées par l'AIM du journal officiel 27.05.1998

Il faut éviter le changement brusque de température pendant l'opération pour éviter d'endommager les micro-organismes.

1. Préparation des dilutions

La dilution a pour objectif de réduire le nombre de germes par unité de volume pour faciliter l'examen microbiologique.

Après homogénéisation convenable du produit à examiner, on prélève avec une pipette graduée stérile 1ml de la suspension mère qu'on introduit aseptiquement dans un tube à essai contenant 9ml de (TSE), ainsi on obtient une dilution au 1/10ème ou 10^{-1} ; le tube est agité par la suite pour rendre la dilution homogène.

A partir de cette dernière, et avec une nouvelle pipette stérile on prélève 1ml qu'on introduit dans un autre tube stérile contenant 9ml de (TSE) ; on obtient ainsi après homogénéisation la dilution au 1/100ème ou 10^{-2} .

De la même méthode la dilution 10^{-3} est obtenue, et ainsi de suite pour la 10^{-4} .

La durée de l'opération ne doit pas dépasser les 15mn entre la dilution primaire et le mélange des dilutions et des milieux (voir figure n°5).

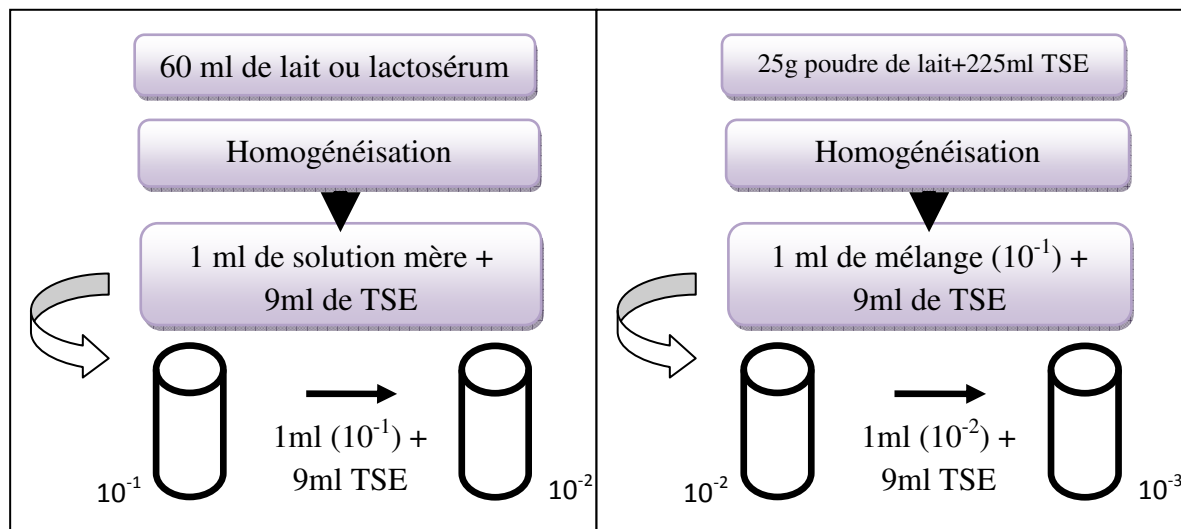


Figure 5 : la méthode utilisée pour la préparation de la solution mère et des dilutions pour les liquides (lait et lactosérum) et pour la poudre de lait.

2- Méthode de recherche et dénombrement de la flore mésophile totale : FAMT

Les germes totaux sont l'ensemble des germes qui se multiplient spontanément dans un lait non refroidi ; on compte plus de 200 espèces ; on distingue deux catégories principales :

Les flores d'intérêt technologique ex : flore lactique, et les flores indésirables indicatrices de contamination (Colin A ,2017).

Le dénombrement de germes aérobies totaux, par comptage des colonies obtenues à 30°C, s'effectue selon la norme Algérienne NA 2676 Le dénombrement de la F.M.A.T dans le lait cru, reflète sa qualité microbiologique.

Mode opératoire : Milieu utilisé : Plate Count Agar (P.C.A).

- 1- A partir des dilutions décimales successives en nombre, pour obtenir moins de 300 micro-organismes dénombrables /ml de la dilution la plus élevée, porter aseptiquement 1ml du produit dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et puis homogénéiser.
- 2- Couler ensuite avec environ 15ml de gélose P.C.A fondue au préalable et refroidie dans un bain d'eau à 47°C.

Le temps qui s'écoule entre le moment où l'on a distribué l'inoculum dans la boîte et celui où le milieu est coulé ne doit pas dépasser 15 minutes.

- 3- Faire par la suite des mouvements circulaires et de va -et -vient en forme de (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface fraîche et horizontale, tout en prenant garde de ne pas faire d'éclaboussures.
- 4- Laisser solidifier sur pailleasse, puis rajouter environ 5ml de la même gélose .Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.
- 5- A partir des dilutions décimales (fig.6).

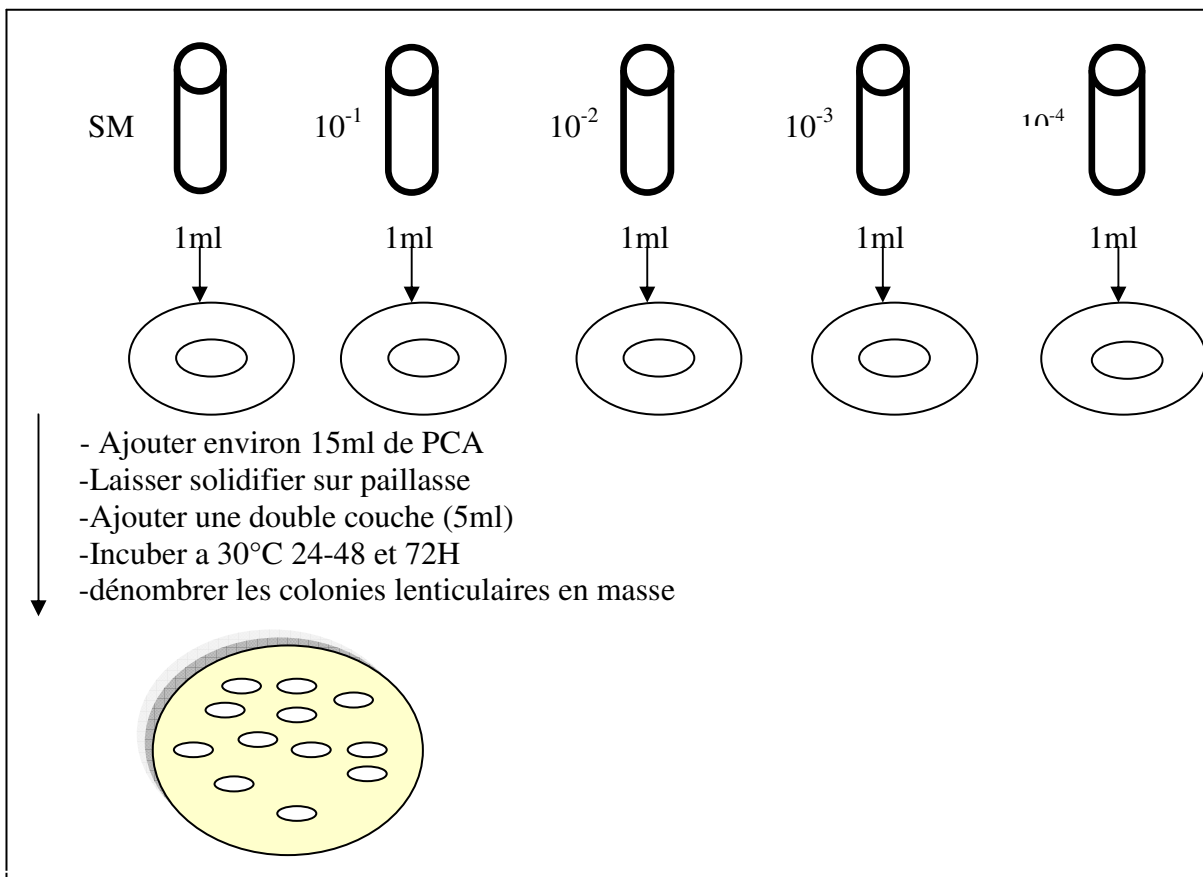


Figure 6: recherche et dénombrement des germes Aérobie Mésophile Totaux à 30°C

Incubation :

Les boîtes seront incubées couvercles en bas à 30°C pendant 72H avec :

- Première lecture : 24H
- Deuxième lecture : 48H
- Troisième lecture : 72H

Lecture et interprétation :

Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives, il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies.

Calculer le nombre N , de micro-organismes dénombrés à 30°C par ml ou par gr de produit en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \Sigma C / (1.1 \times d)$$

N : nombre d'UFC par ml de produit initial.

ΣC : la somme de colonies comptées sur les deux boîtes retenues

d : le taux des dilutions correspondant à la première dilution.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs.

Le résultat final de micro-organismes dénombrés à 30°C par ml ou par gr de produit est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x où x est la puissance appropriée à 10.

Les colonies apparaissent en masse et bien distinctes.

-3- Méthode de recherche et dénombrement des coliformes fécaux :

Le dénombrement des coliformes thermo-tolérants fécaux par comptage des colonies à 44°C s'est fait conformément à l'AIM du journal officiel 27.05.1998 Le dénombrement des coliformes met en évidence une contamination fécale probable.

Mode opératoire :

Milieu de culture utilisé :

Gélose au Bouillon lactose au vert brillant (V.R.B.L).

- Les coliformes sont dénombrés soit : en milieu solide par la technique en boîte sur gélose VRBL.
- En milieu liquide par la technique du N.P.P (le nombre le plus probable) à l'aide du bouillon V.R.B.L, réparti à raison de 10ml par tube muni au préalable d'une cloche de Durham.

Au sein de notre laboratoire, le dénombrement se fait en milieu solide .Par cette méthode, les coliformes fécaux sont dénombrés sur le milieu VRBL.

A partir de solution mère à dilutions décimales 10^{-4} , porter aseptiquement 1ml dans une boites de pétri vides préparées à cet usage et numérotée comme l'indique la figure n°7

Compléter ensuite chaque boite avec environ 15ml de gélose VRBL, fondue refroidie et maintenue à 45°C .

Le temps qui s'écoule entre le moment où l'on a distribué l'inoculum dans la boite et celui où le milieu est coulé ne doit pas excéder les 15 minutes.

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de (8) pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée. Laisser solidifier les boites sur pailleasse.

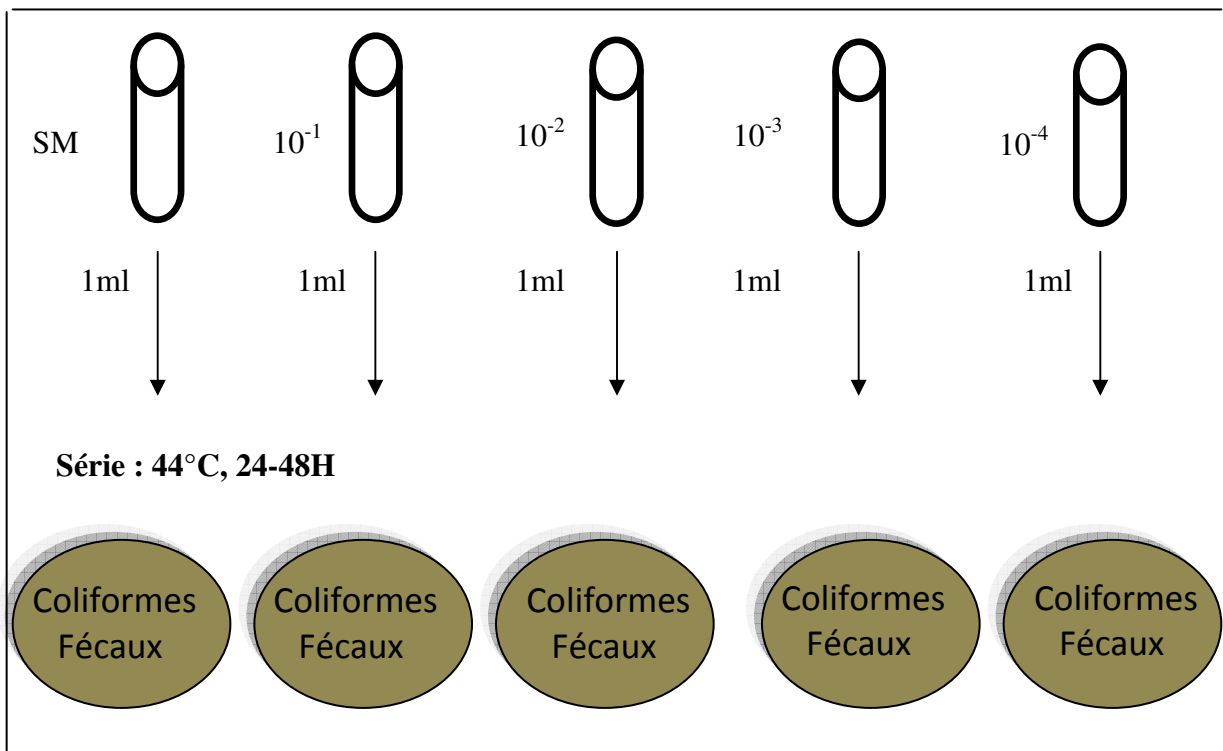


Figure 7 : Recherche et dénombrement des coliformes en milieu solide.

Incubation :

La série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48H et servira à la recherche des coliformes fécaux. La première lecture se fera au bout de 24H et consiste à repérer et à dénombrer les colonies rouges ayant poussé en masse de 0.5 mm mais fluorescentes. Le nombre trouvé est multiplié par l'inverse de la dilution. Les colonies non fluorescentes ne sont ni dénombrées, ni comptées.

Lecture et interprétation :

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies rouges fluorescentes ayant poussées en masse pour les boîtes incubées à 44°C. Tenir compte de deux boîtes de dilutions successives contenant entre 15 et 150 colonies. En ce qui concerne le dénombrement des coliformes fécaux, le calcul du nombre N des micro-organismes désormais à 44°C par ml en tant que moyenne pondérée se fait par la même formule utilisée pour la recherche des FMAT.

-4- Méthode de recherche et dénombrement des *staphylococcus aureus* :

Mode opératoire : Milieu utilisé : Bouillon Giolitti Cantoni et gélose Chapman.

Préparation des milieux d'enrichissement : au moment d'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu Giolitti Cantoni pour y ajouter une ampoule de solution de tellurite de Potassium , mélanger soigneusement .le milieu est prêt à l'emploi .

Ensemencement : Préparer dans un portoir une série de 5 tubes contenant 15 ml de milieu Giolitti Cantoni à raison d' un tube par dilution.

A partir de solution mère et des dilutions décimales, porter aseptiquement 1ml par dilution dans un tube Bien mélanger le milieu et l'inoculum Voir figure n° 8 :

Incubation :

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48H

Lecture :

Seront considérés comme positifs, les tubes ayant virés au noir. Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *staphylococcus aureus* , ces tubes feront l'objet d'un isolement sur gélose Chapman préalablement fondue , coulée en boîte de pétri et bien séchés.

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48h.

Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune.

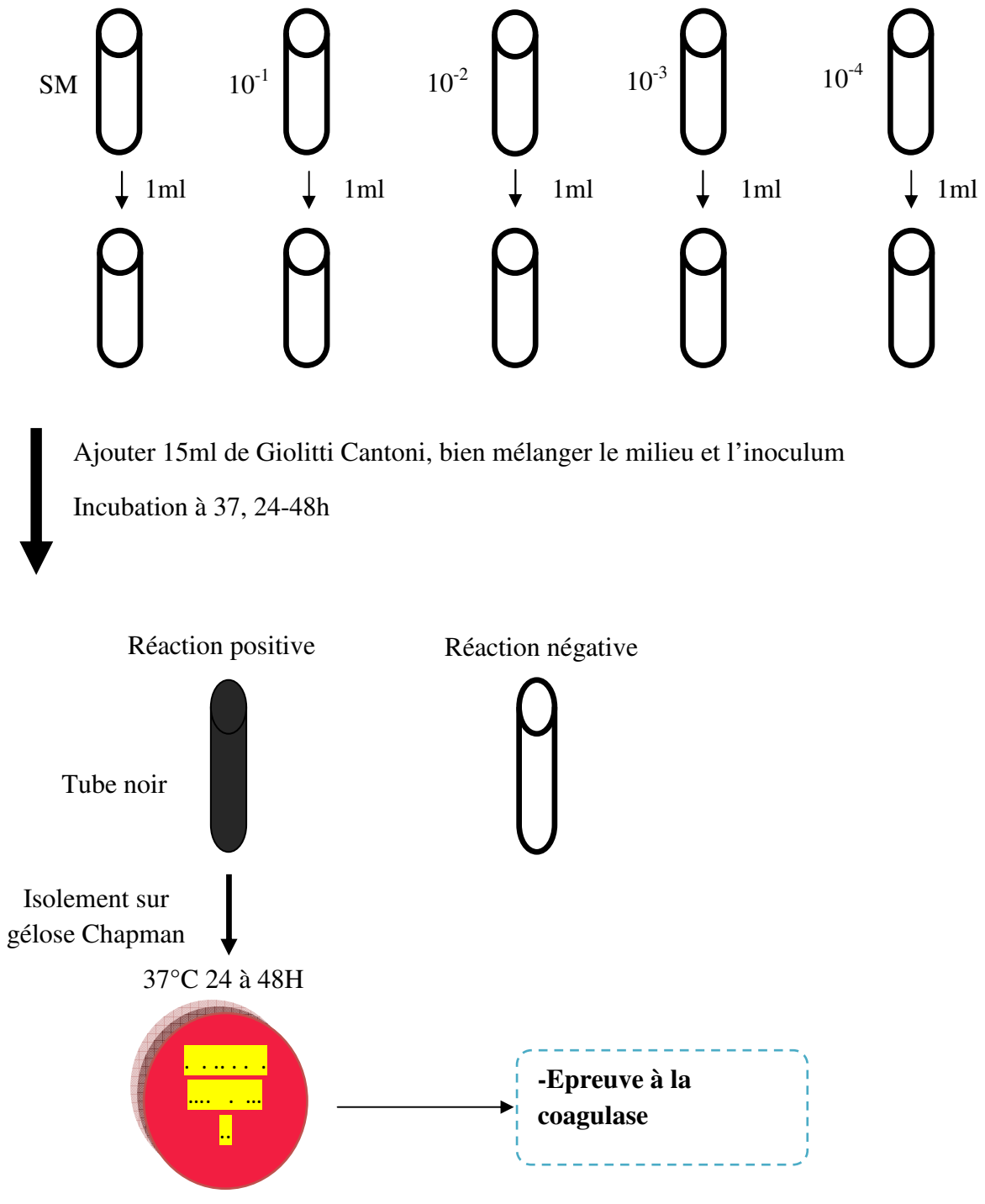


Figure 8: Recherche et dénombrement des *staphylococcus Aureus*

Epreuve à la coagulase

➤ **Mode opératoire**

1. prélever les colonies suspectes puis les ensemercer dans un bouillon cœur cerveau (BHIB) et incuber à 37°C de 18 à 24h

2. A partir de cette pré-culture, on prélève 0,5ml, à laquelle on ajoute 0,5ml du plasma de lapin, le volume total de 1ml est incubé à 37°C pendant 24h

➤ **Lecture**

L'épreuve est reconnue positive lorsque le coagulum occupe plus des 3/4 du volume initial.

La méthode utilisée est résumée dans la figure n°9.

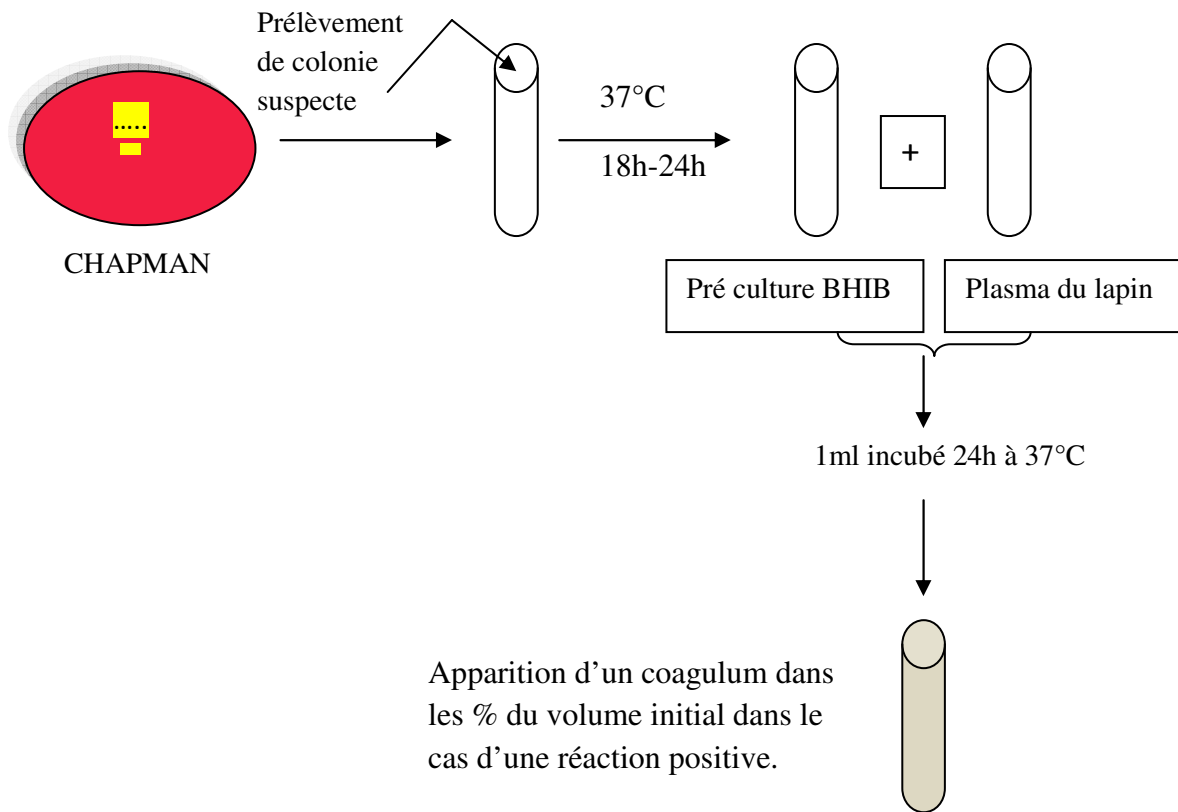
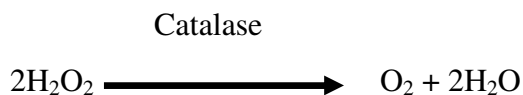


Figure 9 : Diagramme de la méthode de l'épreuve de coagulase.

Epreuve à la catalase :

- Additionner l'eau oxygénée à une culture bactérienne de la colonie suspecte.
- La catalase a la capacité de scinder l'eau oxygénée en O₂ et H₂O selon la réaction chimique suivante :



➤ **Lecture :**

L'épreuve est reconnue positive lorsqu'il ya apparition de bulles gazeuses.

-5-Recherche des salmonelles

Mode opératoire

➤ Pré enrichissement non sélectif

- Peser une masse de 25g du produit dans un flacon de 250

ml de l'eau peptonée.,

Mélanger jusqu'à ce que le produit soit complètement dispersé.,

Incubation à 37°C pendant 24 heures.

- Enrichissement sélectif

-Transférer 0,1 ml de la culture après pré-enrichissement dans un tube conten 10 ml de bouillon Muller Kaufman.,

-Incuber le bouillon à 43°C pendant 24 heures.

- Isolement

Il est effectuè sur la gélose Héктоenensemencée en stries avec une pipette pasteur dans de boites de pétri par de gouttes prélevées à partir de lq culture obtenue dans le bouillon Muller Kaufman.

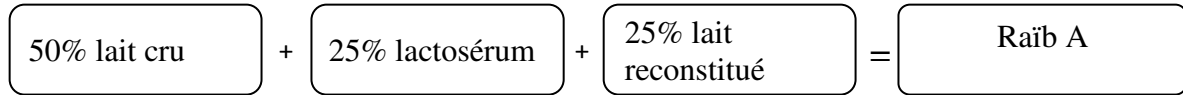
- Expression des résultats

Sont suspectées positives, les boites contenant des colonies grises blues à centre noire sur la gélose Hektoen.

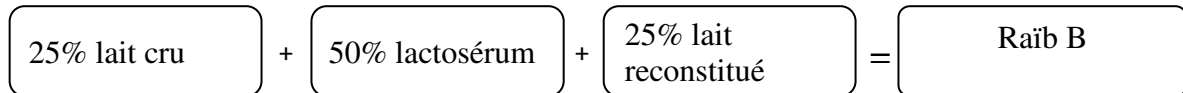
4. Méthode de travail

Nous avons réalisé 2 essais à des différents pourcentages de lactosérum comparé avec un témoin similaire au produit de l'unité (Fig.10).

Test n° 1 :



Test n° 2:



Témoin:

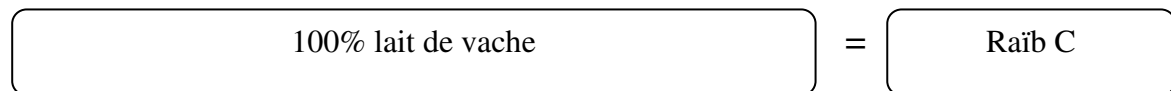


Figure 10 : essai de production d'un raïb avec un pourcentage de lactosérum.

5. Processus de fabrication du raïb

La fabrication de lait fermenté caillé avec de lactosérum nécessite l'ajoute de lait reconstitué afin d'avoir un raïb similaire au raïb de lait de vache. La figure 11 représente le procédé de fabrication.

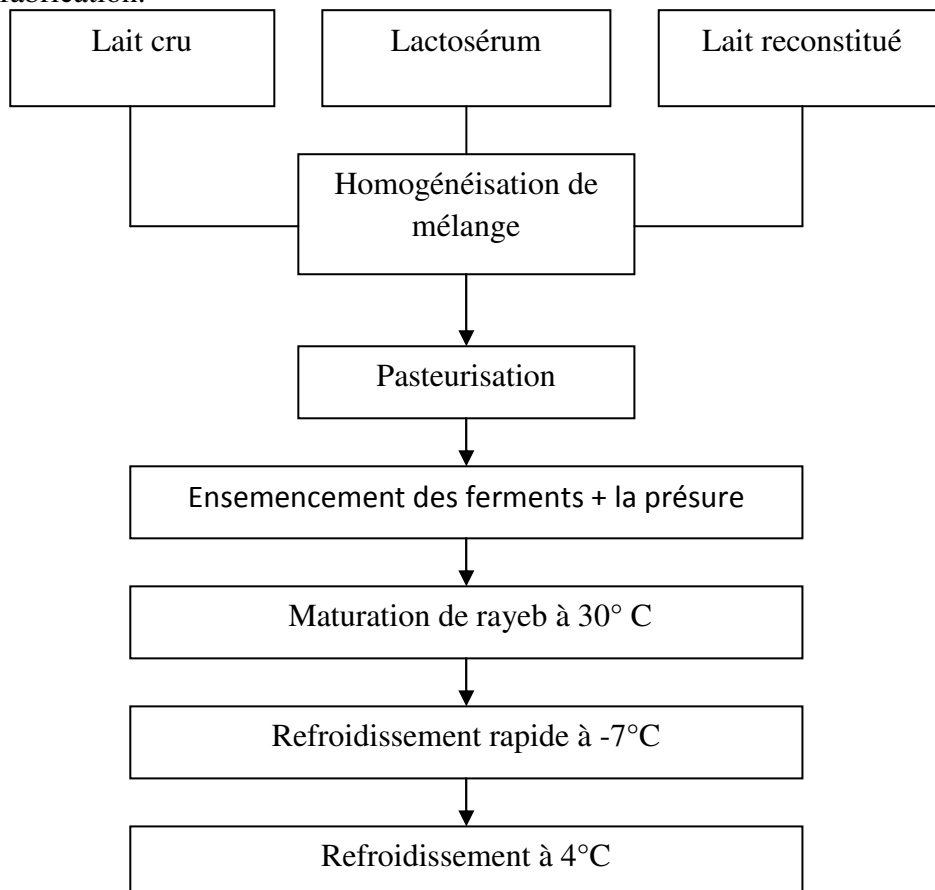


Figure 11: Diagramme de fabrication de raïb.

6. Le test de dégustation

L'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes de sens, c'est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leurs sens de la vue, de l'odorat, du goût, et de l'œil pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité des produits alimentaires d'une façon extrêmement objective pour estimer le degré d'acceptabilité du nouveau produit par les consommateurs (ZIKOUI, 2013 ; SIAR, 2014).

Nous avons programmé une séance de dégustation au niveau de l'usine ainsi dans la résidence des files de Bouira pour nos camarades aussi pour les membres de nos familles qui ont remplis des fiches (annexe 3) par l'utilisation de deux tests :

- Test de préférence ou test de **classement par rang** ;
- Test d'**intensité** : cette analyse consiste en plusieurs paramètres différents.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1 Résultats et discussions

1.1 Caractéristiques physico-chimiques de la matière première et de raïb

Afin de bien comprendre les matières premières (lait et lactosérum) et produit fini, on a procédé à une série d'analyses physico-chimiques. Les résultats sont illustrés dans la figure 12.

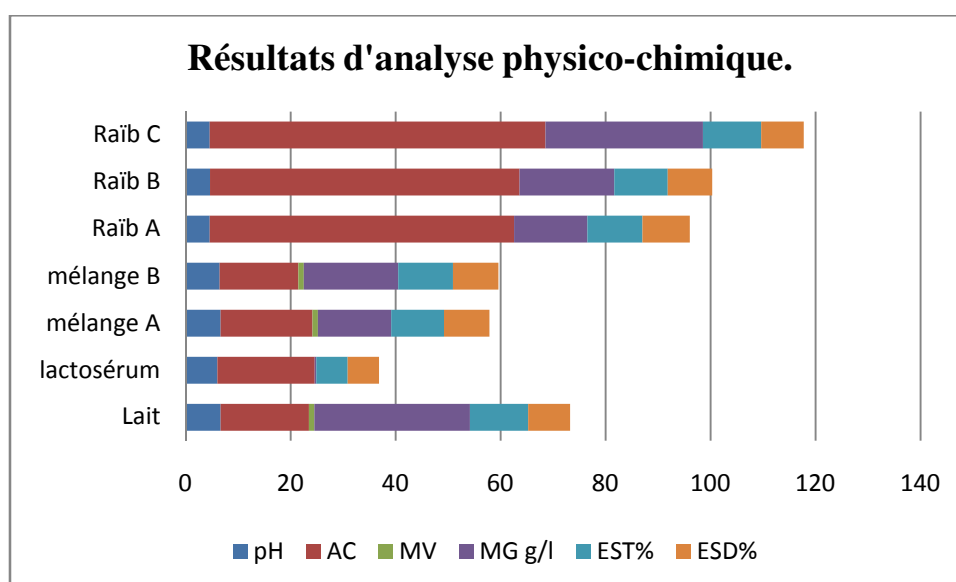


Figure 12: représentation graphique des résultats physico-chimiques (AC ($^{\circ}$ D) MV (g/l) MG (g/l) EST% ESD%).

❖ Interprétation

Nos résultats de l'analyse du lait donnent un pH de $6,65 \pm 0,08$ qui se rapproche de la **Norme AFNOR** qui est de $\text{pH}=6.6$; les résultats de l'acidité, de matière grasse, de masse volumique, de l'extrait sec total et de l'extrait sec dégraissé donnent des valeurs égales par ordre à : $16,83 \pm 1,2^{\circ}\text{D}$; $29,66 \pm 0,44$ g/l ; $1,026 \pm 0,0003$ g/l ; $11,073 \pm 0,4$ % ; $8 \pm 0,29$ %. ces résultats répondent à la **Norme AFNOR** : (AC= 15 à 18°D ; MV= 1.027 à 1.032 ; MG= 32 à 36 ; EST= 12.3 à 12.5 % ; ESD 8.75 à 9 %).

Le lactosérum obtenu, lors de la fabrication du fromage (camembert) est doux avec une acidité et un pH qui égale par ordre à $16,83 \pm 1,2^{\circ}\text{D}$ et $6,05 \pm 0,055$; ces deux valeurs sont proches de celle trouvée par (**BENAÏSSA, 2018**) qui égale à 18°D pour l'acidité et 6.3 pour le pH. C'est le résultat d'un caillage à la présure. La valeur de l'extrait sec total noté dans le lactosérum étudié est de 6 % est proche de la valeur 6.5 % énoncé par **Sottiez (1985)**. La matière grasse est seulement des traces pour cela l'extrait sec total égale à l'extrait sec dégraissé.

Résultats et discussion

Les valeurs (pH et AC) de raïb essai A et raïb essai B sont proches des valeurs du raïb C (témoin), sauf la Matière Grasse et L'extrait Sec Total qui ont eu une grande différence à cause de l'ajout de lactosérum, de la recette et des différences de lait.

La Matière Grasse du raïb A est de 14g/l, elle est égale à 10.45%. Ce résultat est dû donc à la composition du raïb qui comporte 25% de lactosérum (pauvre en EST et MG) et 25% de lait reconstitué uniquement avec la poudre à 0%MG (corriger l'EST) et 50% lait de vache.

La Matière Grasse du raïb B est de 18g/l, elle est égale à 10.23%. Ce résultat est dû donc à la composition du raïb qui se compose de 50% de lactosérum (pauvre en Matière Grasse et en extrait Sec) et de 25% de lait reconstitué avec la poudre 26% et poudre 0%MG (corriger Matière Grasse et en extrait Sec) et 25% lait de vache.

La figure 15 : représente les produits analysés en fonction des caractéristiques physico-chimiques :

Le pH et l'acidité sont pratiquement les mêmes pour les matières avant la fermentation. Cependant qu'après la fermentation dans les produits finis le pH diminue à 4.6 environ et l'acidité augmente pour les 3 types de raïb jusqu'à 59°D. La Masse Volumique des deux mélanges A et B en raison de l'ajout de lait reconstitué se rapproche de celle de lait.

La Matière grasse très importante dans le lait, des traces dans le lactosérum car elle rentre dans la formation de caillé, plus importante dans le mélange B que le mélange A, cela peut être dû au lait et à l'alimentation des animaux, importante dans le raïb C par contre la Matière grasse de raïb A inférieure à celle de raïb B. L'extrait sec total et l'extrait sec dégraissé ont des valeurs très proches pour tous les produits seulement pour le lactosérum qui est de l'ordre de 6%.

Résultats et discussion

1.2 Suivi de la maturation du raïb

Après l'ensemencement des ferments, nous avons surveillé l'abaissement de pH du raïb a une température de 29°C, chaque heure ; jusqu'à l'obtention d'un pH égale à 4,8. Les résultats sont assemblés dans le tableau 12. La représentation graphique dans la figure 15.

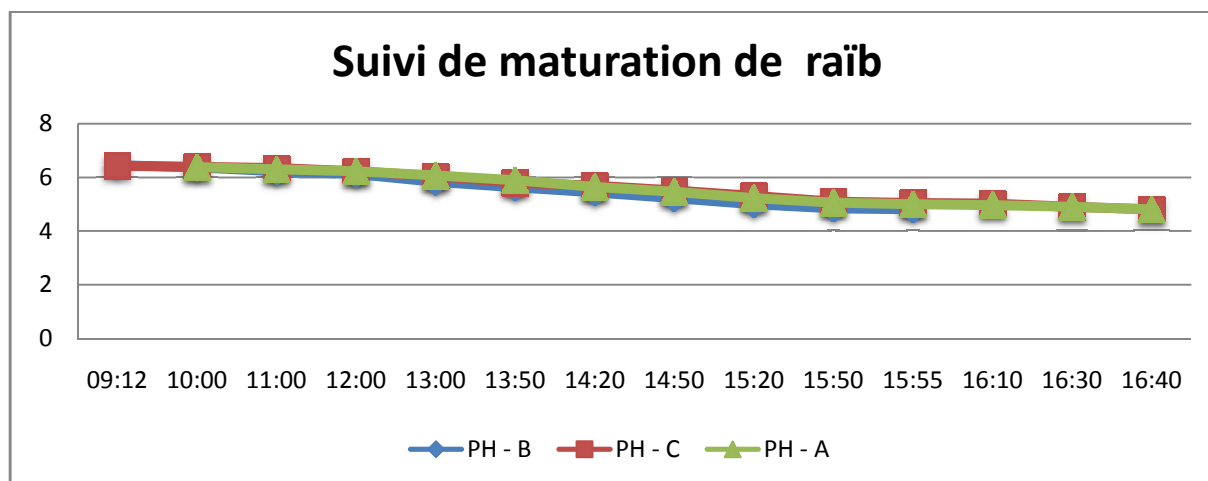


Figure 13 : l'abaissement de pH de raïb en fonction de temps.

❖ Interprétation

Dans la figure 15, les résultats du suivi de pH en fonction du temps montrent que les 3 produits ont une forme de courbe décroissante.

Pour le C, l'heure d'ensemencement des ferment est à 9h12mn avec $\text{pH}=6,43$; la maturation à $\text{pH}=4,8$ se termine à 16h40mn.

Pour le B, l'heure d'ensemencement des ferment est à 9h12mn avec $\text{pH}=6,45$; la maturation à $\text{pH}=4,8$ se termine à 15h55mn.

Pour le A, l'heure d'ensemencement des ferment est à 10h00mn avec $\text{pH}=6,38$; la maturation à $\text{pH}=4,8$ se termine à 16h40mn.

L'abaissement de pH est dû à la dégradation de lactose en acide lactique par les bactéries lactiques mésophiles. Lorsqu'on compare entre les 3 produits, on note que le C (témoin) est le plus lent, puis le A (25%lactosérum) et enfin le B (50% lactosérum) qui est le plus rapide. Nous pouvons expliquer cette différence par l'incorporation de lactosérum qui est riche en lactose.

Résultats et discussion

1.3 Les caractéristiques bactériologiques de la matière première et de raïb

Afin d'assurer la qualité sanitaire de notre produit nous avons précédé à une série d'analyses bactériologiques pour la matière première ainsi que le produit fini. Les résultats sont représentés dans les tableaux suivants (11,12, 13, 14 et 15) :

Tableau 11: les résultats bactériologiques de lait cru.

Germe	Essai 1	Essai 2	Norme JORA 20 17	
			M	M
Germe à 30°C	2 ,17.10 ⁴ UFC/g	4,3. 10 ⁵ UFC/g	3.10 ⁵	3.10 ⁶
Staphylocoque à coagulas+	10	Absence	10 ²	10 ³
Coliforme fécaux	Absence	23.10 ⁴ UFC/g	5.10 ²	5.10 ³
Salmonelle	Absence	Absence	Absence dans 25ml	

Tableau 12 : les résultats bactériologiques de la poudre 0%.

Germe	Essai 1	Essai 2	Norme JORA 20 17	
			M	M
Entérobactérie	Absence	2.10 ⁵	10	10 ²
Staphylocoque à coagulas+	Absence	Absence	10	10 ²
Salmonelle	Absence/25g	Absence/25g	Absence/25g	

Tableau 13 : les résultats bactériologiques de la poudre 26%.

Germe	Essai 1	Essai 2	Norme JORA 2017	
			M	M
entérobactérie	Absence	10 ²	10	10 ²
Staphylocoque à coagulas+	Absence	Absence	10	10 ²
Salmonelle	Absence/25g	Absence	Absences /25g	

Tableau 14 : les résultats bactériologiques de lactosérum.

	Essai 1	Essai 2	Norme JORA 20 17	
			M	M
Germe à30°C	Absence	Absence	10 ⁴	10 ⁵
entérobactérie	Absence	Absence	10	10 ²
Staphylocoque à coagulas+	Absence	Absence	10	10 ²
salmonelle	Absence	Absence	Absence /25ml	

Tableau 15 : les résultats bactériologiques de raïb.

Germe	Raïb A	Raïb B	Raïb C	Norme JORA 1998	Norme JORA 20 17	
				m	M	M
Entérobactérie	absence	<10 ⁴	<10 ⁴	3.10 ⁴	3.10 ⁴	3.10 ⁵
Coliforme fécaux	Absence	Absence	<30	30	30	3.10 ²
Staphylocoque à coagulas+	absence	Absence	<10 ²	3.10 ²	3.10 ²	3.10 ³

❖ **Interprétation**

Les résultats obtenus dans le tableau 11 indiquent que le lait cru est satisfaisant pour l'essai 1 et de mauvaise qualité pour l'essai 2 qui est dû à la présence des coliformes fécaux ayant des valeurs supérieures à M^*3 cela implique que les pratiques d'hygiène n'ont pas été respectées pour l'essai 2 au cours de notre expérimentation.

Selon le tableau 12 la poudre de 0%MG est d'excellente qualité pour l'essai 1, et non satisfaisante pour l'essai 2 cela est dû soit aux conditions de stockage ou aux fausses manipulations.

Selon le tableau 13 la poudre de 26%MG est de bonne qualité (satisfaisant) pour l'essai 1 tandis que l'essai 2 est acceptable.

A travers le tableau 14 ; le lactosérum est d'excellente qualité microbiologique car ce produit est issu d'un lait pasteurisé.

Dans le tableau 15 ; le raïb A est d'excellente qualité par contre le raïb B et C sont de qualité satisfaisante (conformes aux normes JORA 1998 et JORA 2017).

1.4 Caractéristiques sensorielles de raïb

La journée de dégustation du raïb nous a permis de faire ressortir les principales caractéristiques sensorielles (goût, texture et saveur...) du chaque raïb étudiée et aussi de faire ressortir la préférence des personnes qui ont dégusté les trois produits testés. Chaque critère évalué, nous a permis de tracer un histogramme qui a servi du faire une comparaison entre les produits à base de lactosérum et à base de lait.

1.4.1 Résultats de test d'intensité

➤ **Synérèse**

La synérèse des 03 produits A, B et C est noté par les dégustateurs (fig.14): Normal, Peu, Trop. Pour le critère Normal : la majorité choisit le produit A (65% avis), ensuite le produit C (47% avis), puis le produit B. Le deuxième critère Peu : La majorité choisit le produit C (38% avis), ensuite le produit A (19% avis), puis le produit B. Le dernier critère trop : La majorité choisit le produit B (83% avis), ensuite le produit A et C (16% avis). Cela donc est logique parce que le raïb C c'est le 100% lait de vache ; Par contre le A et le B contient par ordre 25% et 50% de lactosérum.

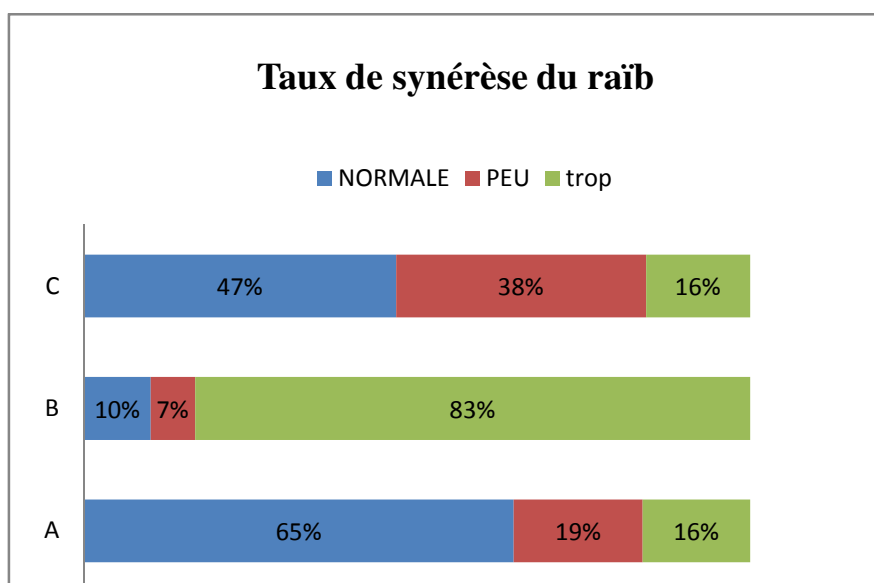


Figure 14: Taux de synérèse du raïb.

➤ **Forme de raïb**

La forme des 03 produits A, B et C est notée par les dégustateurs (fig.15): Gel, Coupé. Pour le produit C, les juré disent qu'il a une forme gélifié (100% avis), ensuite le produit A 94% avis pour dire qu'il a une forme gel et 6% coupé, puis le produit B 94% coupée et 6% gel. Cela donc nous renseigne que la valorisation de lactosérum dans le raïb est possible à 25%.

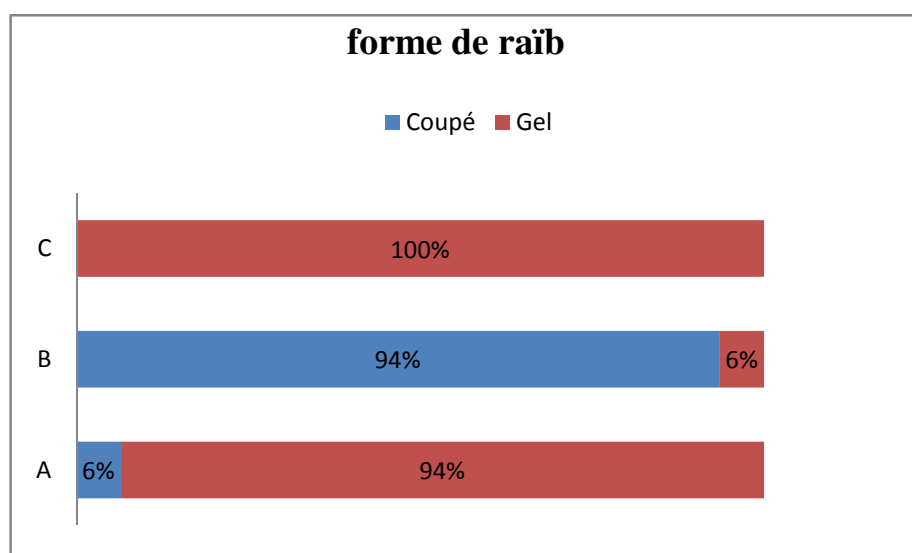


Figure15 : Forme de raïb.

Résultats et discussion

➤ Odeur de raïb

L'odeur des 03 produits A, B et C est notée par les dégustateurs (fig.16): Normal, Fort. Pour le critère Normal : la majorité choisit le produit C (83% avis), ensuite le produit A (69% avis), puis le produit B. Le deuxième critère Fort: ils choisissent le produit B (43% avis), ensuite le produit A (31% avis), puis le produit C.

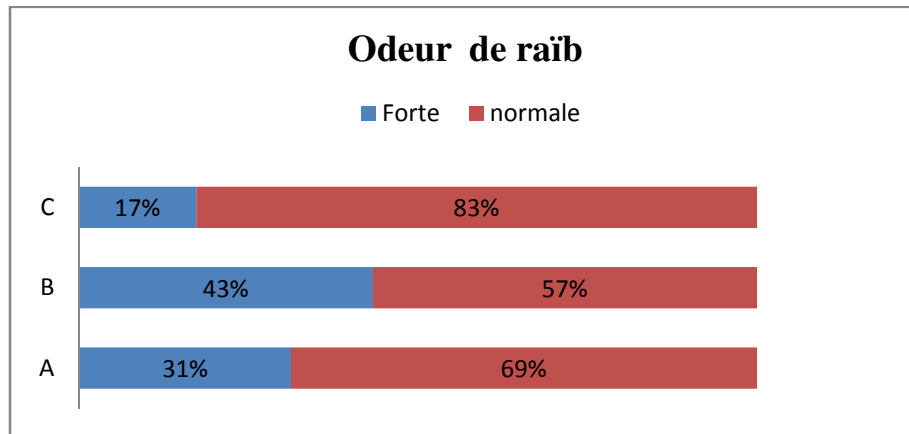


Figure16 : Odeur de raïb.

➤ Couleur

La couleur des 03 produits A, B et C est notée par les dégustateurs (fig.17): Blanchâtre, jaunâtre. Pour le critère : Blanchâtre la majorité choisit le produit A (75% avis), ensuite le produit B (56% avis), puis le produit C. Le deuxième critère jaunâtre: ils choisissent le produit C (59% avis), ensuite le produit B (44% avis), puis le produit A.

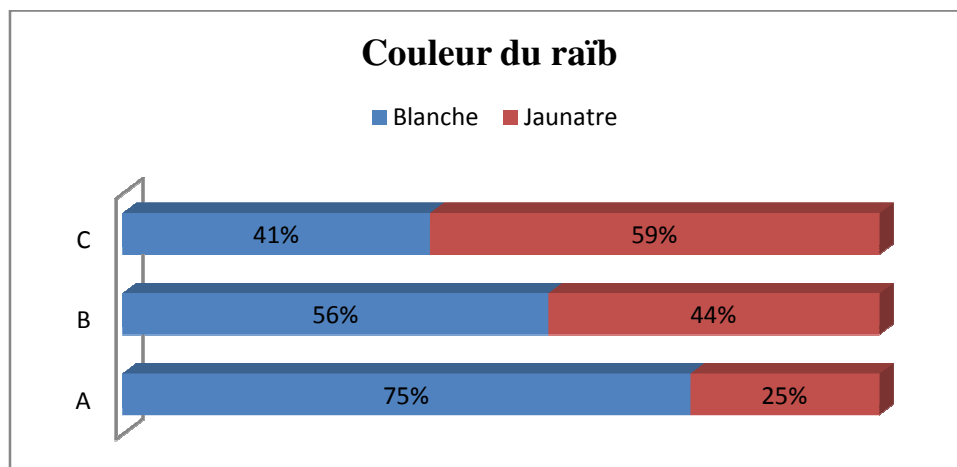


Figure17 : Couleur de raïb.

Résultats et discussion

➤ Texture

C'est la texture dans la bouche, La texture des 03 produits A, B et C est notée par les dégustateurs (fig.18): Granulé, lisse, aucun (non remarquable). Pour le produit A, les juré disent qu'il a une texture lisse (59% avis), ensuite le produit B 41%, puis le produit C 38%. Le deuxième critère granulé est ressentie par 22% dans le produit C ; 16% dans le produit B ; 6% dans le produit A. Cependant la moitié des dégustateurs n'ont rien remarqué.

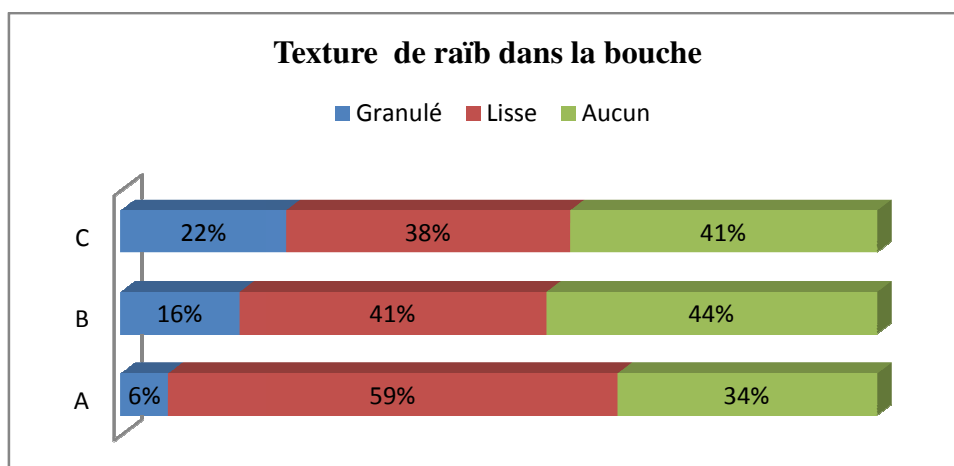


Figure 18: Texture de raïb dans la bouche.

➤ Saveur sucré

Le sucre dans le raïb n'est pas vraiment remarquable par les dégustateurs (fig.19). Nous avons mis les critères : Moyenne, Peu, Trop et aucun. Pour le critère Moyenne : 13% choisit le produit A, ensuite le produit B et C choisissent par 9%. Le deuxième critère Peu : le produit C (16% avis), ensuite le produit A (13% avis), puis le produit B. Le dernier critère trop uniquement 3% avis pour le B. la majorité 75% n'ont pas remarqué le sucre.

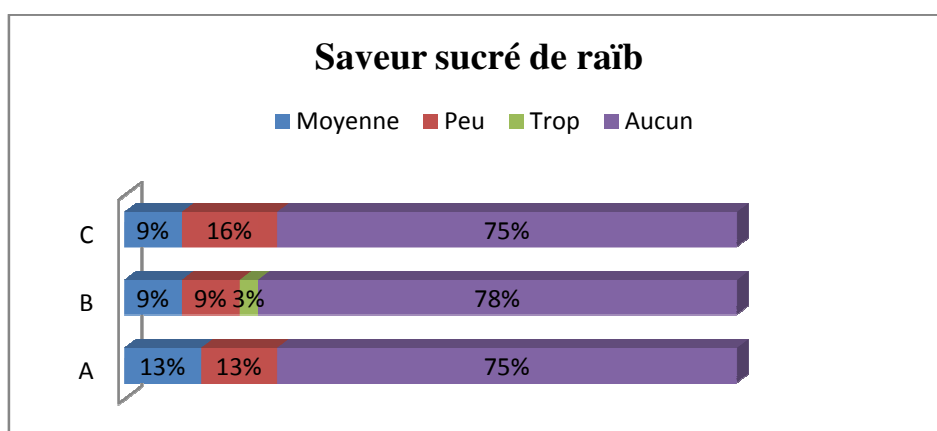


Figure 19: Saveur sucré de raïb.

Résultats et discussion

➤ Acidité

L'acidité des 03 produits A, B et C est noté par les dégustateurs (fig.20): Moyenne, Peu, Trop. Pour le critère Moyenne : la majorité choisit le produit A (55% avis), ensuite le produit B (42% avis), puis le produit C. Le deuxième critère Peu : La majorité choisit le produit C (50% avis), ensuite le produit B (29% avis), puis le produit A. Le dernier critère trop : La majorité choisit le produit A (32% avis), ensuite le produit B (29% avis) puis le C.

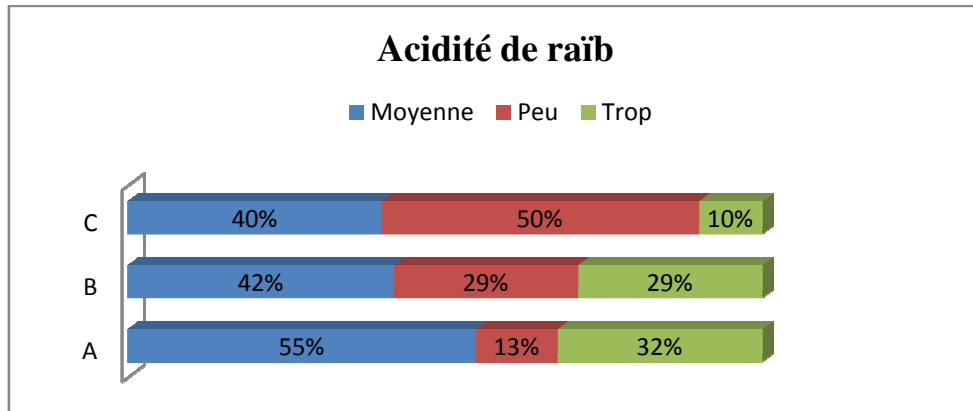


Figure 20: Acidité de raïb.

➤ Salinité de raïb

Le sel dans le raïb n'est pas vraiment remarquable par les dégustateurs (fig.21). Nous avons mis les critères : Moyenne, Peu, Trop et aucun. Pour le critère Moyenne : 13% choisit le produit A, ensuite le produit B et C choisissent par 3%. Le deuxième critère Peu : le produit A (13% avis), ensuite le produit B (9% avis), puis le produit C. Le dernier critère trop 9% avis pour le B et 3% pour le C. la majorité n'ont pas remarqué le sel.

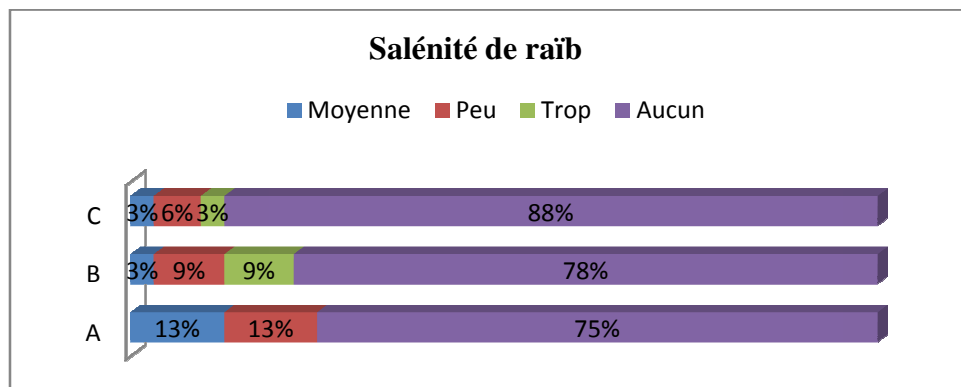


Figure 21: la salinité de raïb.

Résultats et discussion

➤ Arrière goût «Amer »

Les dégustateurs donnent leur avis sur l'amertume de raïb (fig.22). Nous avons mis les critères : Moyenne, Peu, Trop et aucun pour bien exprimé leur avis. La majorité n'ont pas remarqué est disent y'a aucun arrière gout. Le critère Moyenne : produit B avec 16% avis, produit C avec 6%. Le deuxième critère Peu : les produits B et C avec 16% avis. Le critère trop 6% avis pour le B et 3% pour le A et le C. Le critère aucun 75% avis pour le C, 63% pour le B et 84% pour le A.

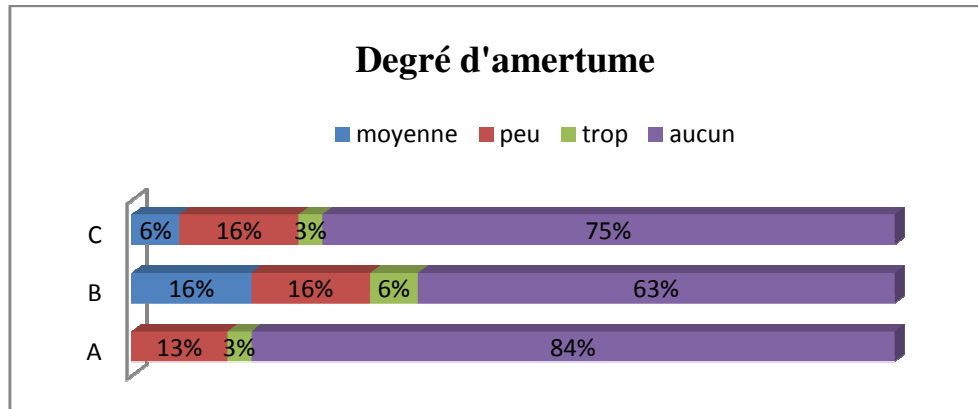


Figure 22: L'arrière goût de raïb.

1.4.2 Résultats du test de classement par rang

Au cours de test de dégustation, nous avons demandé leur avis sur leurs préférences entre A, B et C. les résultats sont illustré dans la figure 23.

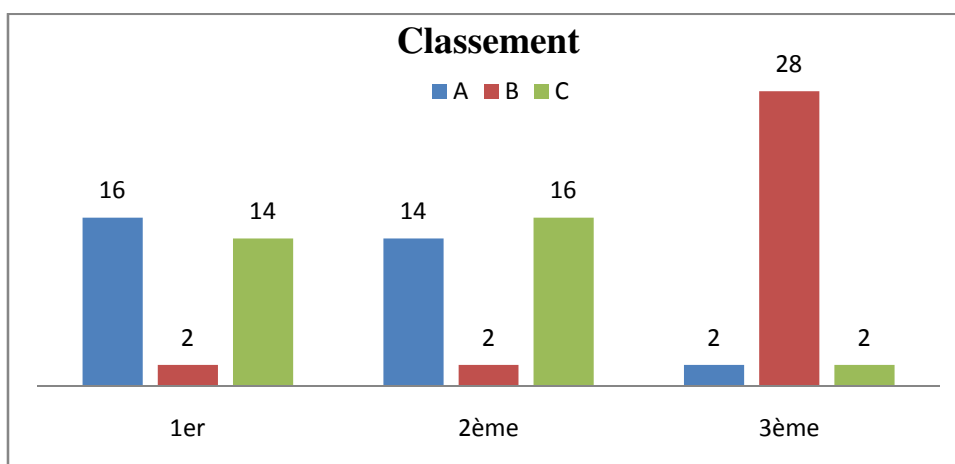


Figure 23 : le classement de raïb.

Résultats et discussion

A partir de la figure 23 nous avons constaté que les dégustateurs choisissent le produit A pour le premier classement, le produit C pour le deuxième classement et le dernier classement pour le produit B.

Donc le raïb probablement préféré par les dégustateurs est celui qui est optimisé par 25% de lactosérum.

1.5 Résultats de test statistique

Nous avons rassemblé les 32 fiches de dégustations du test d'intensité dans une série statistique des caractères étudiés : couleur, texture, forme, odeur et saveur (acide, amer, salé et sucré) ; et leurs effectifs (valeur donnée pour chaque caractère). Pour discuter les résultats et savoir les préférences des jurés, nous avons soumis à une analyse statistique : test de scoring.

Le principal objectif de test de scoring est de mieux comprendre le choix des testeurs à travers l'évaluation de la perception des testeurs vis-vis des différents caractères évalués pour chacun des produits A, B et C.

Ce test nous permettra de comprendre les raisons de choix entre les 3 produits. Le Score de la qualité perçue, est mesuré au moyen de diverses dimensions qui permettent de cerner l'ensemble des caractères étudiés.

Dans le cadre de ce test (annexe 2), ces dimensions sont mesurées généralement par quelques énoncés. Le score de qualité perçue est le ratio (sommes des réponses positives / nombre des questions évaluées). Pour l'ensemble des critères évalués, il a été attribué pour toutes les réponses positives (1) point et (0) pour le reste (voir le tableau dans l'annexe 1).

Exemple : dans la réponse à la question relative au taux de Synérèse « trop, moyen, peu » il a été attribué pour la réponse moyen/acceptable (1) point et (0) pour le reste.

Les préférences des jurés à travers les critères étudiés sont représentées avec EXCEL 2007 dans la figure 24.

Résultats et discussion

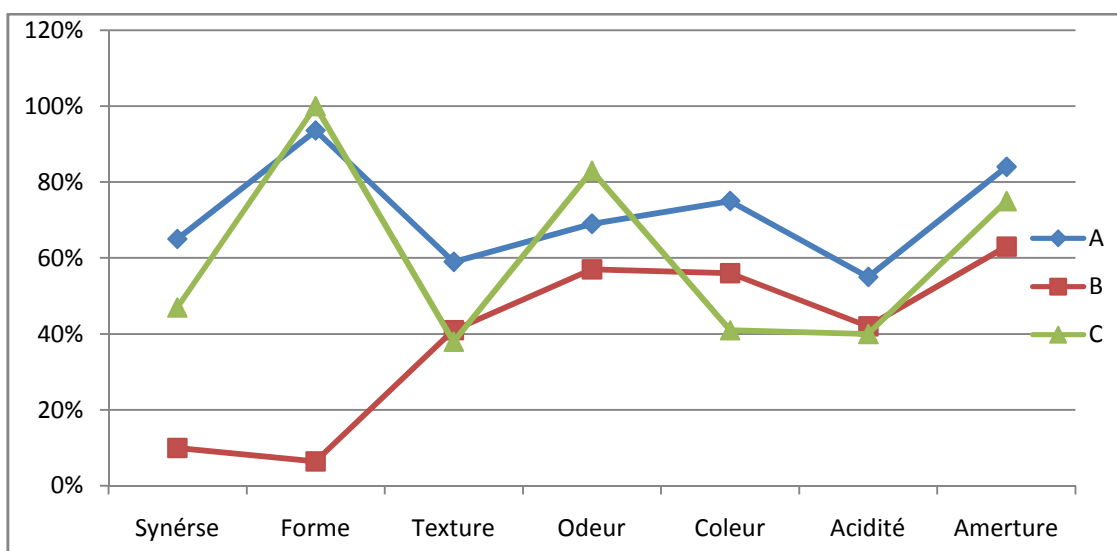


Figure 24: Analyse comparative des trois produits à travers les différents critères.

❖ Interprétation

Ce schéma confirme le classement préalable (fig.23) des produit A, B et C expliqué par les différents critères étudiés.

Pour le différent critère, nous constatons ce qui suit:

- La synérèse : la montée de lactosérum sur la surface du caillé était plus appréciable dans le A en premier lieu puis le produit C. le B était trop liquide donc la valorisation de 50% lactosérum est impossible dans le raïb avec cette recette.
- L'amertume n'est pas été ressenti dans les deux produits A et C, par contre le B a marqué un arrière goût légèrement amer donc le taux d'incorporation trop élevé.
- La texture dans la bouche est lisse pour le A et le B et granulé pour le C (cela peut être dû à la pasteurisation artisanal de lait).
- La couleur est blanchâtre dans le A et le B par contre le C contient une matière grasse sur la surface à cause de la méthode de fabrication expérimentale (méthode nécessite un homogénéisateur).
- Texture gélifiée pour le C et le A et coupé pour le B (taux élevé de lactosérum).
- Odeur apprécié dans le C, puis le A ensuite le B.
- Acidité : La majorité apprécie l'acidité de produit A et C par ce que le B était trop acide.

Résultats et discussion

Donc nous pouvons conclure que : le produit A enregistre des scores plus élevées comparés aux deux autres produits B et C ; le produit C enregistre un score meilleure en terme de forme, néanmoins le score est assez rapproché.

1.5.1 Représentation des choix des individus sur le plan factoriel

L'objectif est d'étudier la variabilité entre les individus ; avec la projection des individus sur le premier plan factoriel, c'est-à-dire sur un plan composé des 2 premières composantes principales F1 et F2. le cercle représente les corrélations (fig.25) et le graphe représente les observations (fig.26).

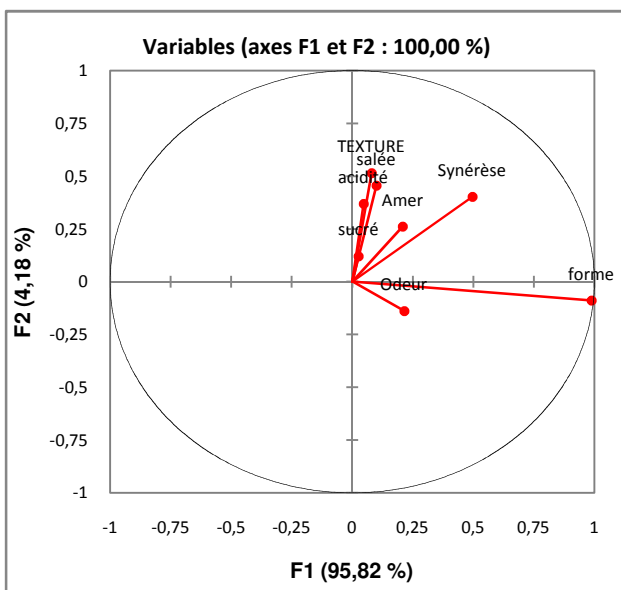


Figure 25 : Variables (axes F1 et F2 : 100,00 %)

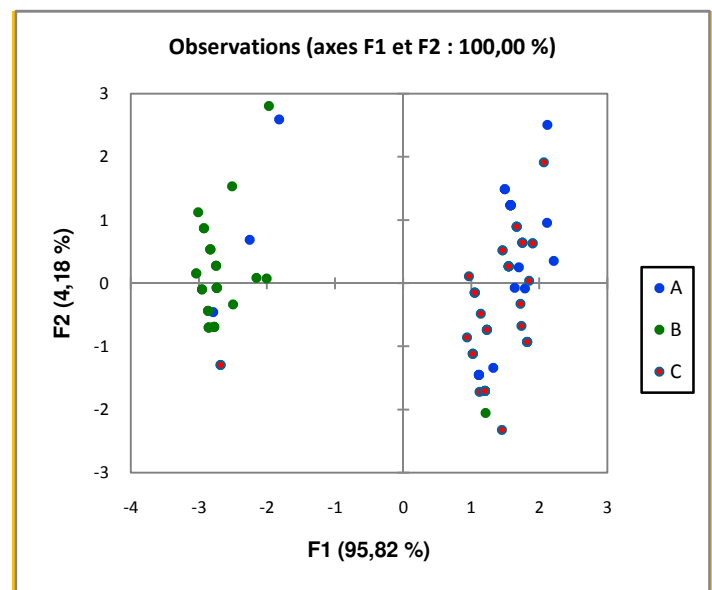


Figure 26 : Observations (axes F1 et F2 : 100,00 %)

❖ Interprétation

Les figures (25 et 26) montrent que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle et que le niveau de variabilité est de 100% (F1-F2 : 95,82%-4,18%). Cela permet de constater que le raïb A (25%lactosérum) et le raïb C (témoin) sont perçus par les dégustateurs comme assez identique, par contre le B était loin des deux précédents.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion

Les effluents produits par les unités de production du lait et de fromages sont parmi les rejets les plus polluants pour l'environnement. Cette charge polluante est due à la composition organique et minéralogique de ce type d'effluent. Ceci dit, le lactosérum qui est un des rejets principal des unités laitières, qui représente le 1/3 des effluents, se compose principalement de l'eau, le lactose, en plus des protéines, la matière grasse et les minéraux.

L'essai de valorisation du lactosérum par son incorporation dans le Raïb, constitue une valeur ajoutée de ce produit fini vu sa richesse en éléments nutritifs. Le but de cette étude était de voir le pourcentage de lactosérum incorporée pour avoir un lait fermenté caillé. D'après la somme des attributs, nous avons constaté que le Raïb produit par incorporation du lactosérum était de qualité presque identique avec le Raïb 100% lait. Le test de dégustation, basé sur la comparaison entre les deux produit a base de lactosérum et le Raïb à base de lait, montre que le produit de 25 % de lactosérum est proche de produit a 100% lait. Au terme de cette étude, il faut dire que la production de lait caillé à base de lactosérum va enrichir le produit fini du point de vu nutritionnel en apportant des éléments de haute valeur nutritionnel (protéines, glucides, matière grasse et minéraux) en plus ça fera l'objet d'une facilité de s'en débarrasser par les usines d'origine (fromageries) et constituera une relation gagnant-gagnant avec l'industrie de fabrication de Raïb qui gagnera sur le prix d'achat de ce sous-produit, comme il peut constituer une base de la protection de l'environnement en évitant son évacuation dans la nature et par conséquent éviter la prolifération accru des micro-organismes nuisibles dans l'environnement.

Comme perspectives de ce travail, nous proposons :

- ✓ Afin d'optimiser le lactosérum, il est recommande d'utiliser le lactosérum doux dans une étude similaire et de faire une comparaison avec le lactosérum acide ;
- ✓ De déshydrater (soit par lyophilisation ou par un autre procédé) le lactosérum et de l'incorporer dans la préparation de différents types de fromages, de boissons aromatisées et du yaourt ;
- ✓ De lancer des recherches plus poussées sur les qualités fonctionnelles et sanitaires de ce produit mal connu et non valorisé par les Algériens.
- ✓ Ensemencement de lait avec le lactosérum pour approvisionner les ferments.

Conclusion

- ✓ Eviter le jet de lactosérum dans l'environnement pour éviter l'éco-toxicologie (protéger les nappes phréatiques).
- ✓ Profiter de la valeur nutritive de lactosérum par l'incorporation dans l'alimentation du bétail, aussi que la récupération de lactose.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- ADRIAN J., (1973).** *Valeur alimentaire du lait.* La maison rustique, P229.
- ADRIAN J ., LEGRAND G et FRANGNE R., (1991).** *Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition.* Tec et doc. Lavoisier. 3ème édition : 116p.
- AFNOR., (1985).** *Contrôle de la qualité des produits laitiers –Analyses physiques et chimiques,* 3ème édition : 107-121-125-167-251(321 pages).
- AGGAD H., MAHOUI F., AMMAR V.A. et KIHAL M., (2009).** *Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien* Revue Méd. Vét., 160, 12, 590-595.
- ALAIS C ., (1984).** *Science du lait,* Principe des techniques laitières, 3eme édition. Paris, 807p, Tom 1 ET 2 sl Paris.
- ALAIS C., (1984).** *Science du lait.* Principes des techniques laitières. Ed. SEPAIC, 4ème édition, 814p.
- AMIOT J., FOURNER S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON R. et TURGEON H., (2002).** *Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait* In **VIGNOLA C.L,** Science et technologie du lait Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages) .
- ANDRE E .,(1975).** *Le lait et l'industrie laitière* .presses universitaire de France, P126.
- ANONYME 2 ., (2002)** « *Manuel de transformation du lait* », chapitre 15 : le traitement de sérum de fromage.CD ROM 2000.
- APRIA., (1973).** *Les lactosérums traitement et utilisation,* association pour la promotion industrie agriculture, paris. P : 3-132
- APRIA.,(1980).**Utilisation de lactosérum en alimentation humaine et animal.
- BENAISSA M., (2018).** *Valorisation Du Lactosérum Par Les Bactéries Lactiques.* Université D'Oran Ahmed Ben Bella Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie département De Biotechnologie thèse De doctorat En sciences spécialité: Biotechnologie option Ecosystèmes Microbiens Complexes.
- BENNEDJIMA I. et ROUIJAA S., (2015)** : *Evaluation de la qualité physico-chimique et biochimique et suivie de l'activité protéolytique du lait camelin (collecté localement) durant sa transformation en fromage.* Mémoire de master, Biochimie Appliquée : Université Kasdi Merbah, Ouargla. 36 pages.

BERGEL D., FERON A., MOLLICA., (2004). CRESO – UNIVERSITE DE CAEN ESO - UMR 6590 CNRS N° 21.

BLANCHARD B. D., *dairy foods environ.* Sanitation 11 (9) (1991), pp 494.

BREW K., GROBLER J.A. (1992). *α -Lactalbumine.* In: Advanced dairy chemistry - 1. P.F. Fox (ed). Elsevier Applied Science, London and New York., chap. 3, pp. 191-223.

BRUNNER J.R., (1977). Milk proteins, in food proteins, Whitaker, J.R and Tannenbaum, S.R. -AVI Publ., Westport CT, pp 175.

BYLUND G.,(1995). *Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems* AB S-221 86 , Lund ,Sweden : 18-23-381(436 pages).

CALLEWAERT R. et DE VUYST L.,(2000). *Bacteriocin production with Lactobacillus amylovorus DCE 471 is improved and stabilized by fed-batch fermentation.* - *Appl. Environ. Microbiol.*, , **66**(2), 606-613p.

CARLIER V., ROZIER J., BOLNOT F., (1984). *Bases microbiologiques de l'Hygiène des aliments.* Ecole Vétérinaire de Maisons-Alfort, France, 232p.

CHEFTEL J.C., CU J.L., LORIENT D., (1985). *Protéines alimentaires, biochimie- propriétés Fonctionnelles.* Valeur nutritionnelle- modification chimique. Tech et Doc. Lavoisier, pp 295. Chemistry. P.F. Fox (ed), Elsevier Science Publ., London and New York, chap 7, pp. 285-322.

CHENANFA S. et AOUDIA A., (2017). *Valorisation du lactosérum issu de fabrication du fromage à pâte molle type camembert par la formulation d'une boisson lactée à base de jus de figue de barbarie Opuntia ficus indica.* Mémoire de master, Sciences Alimentaire option industrie laitière : Université A. MIRA – Bejaia, 46 pages.

CHERYAN M.,(1998). ultrafiltration and microfiltration handbook; technomic publishing Company: Lancaster, PA, 1998.

Colin A .,2017.www.neolait.com/.../Actualité_nettoyage.htm.consulté : le 14.04.2017.

CREAMER L.K., MAC GIBBON A.K.H., (1996). *Some recent advances in the basic chemistry of milk proteins and lipids.* Int. Dairy J. 6(6): 539-568

DALGEISH D.G., (1982) *.Milk protéines, chemistry and physics.* In P.F. Fox et JJ, 155p.

DE LA FUENTE M.A., HEMAR Y., TAMEHANA M., MUNRO P.A. et SINGH, H., (2002). *Process Induced changes in whey proteins during the*

manufacture of whey protein Concentrates. International dairy journal 12 (2002), pp361-369.

DE ROISSART H. et LUQUETF M., (1994). *Les bactéries lactiques*. Uriage, Lorica, France, vol. 1. pp. 1-286

DE WIT J.N., (1981). *Structure and functional behavior of whey proteins* Netherlands milk and Dairy journal, 35, 47- 64.

DE WIT J.N., (1989). *Functional properties of whey proteins*. In :Développement in Dairy.

DE WIT J.N., (1998). *Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products*. J. Dairy Sci., 81 (3): 597-608.

DE WIT, J.N. et HONTELEZ-BACKX E., (1981). *Les propriétés fonctionnelles des protéines du Lactosérum, conséquences des traitements thermiques*. La technique laitière, 952, pp 19- 22.

De Witt J.N., (2001). *Manuel de l'Enseignant sur le Lactosérum et les Produits de Lactosérum*, 1e édn., European Whey Products Association, Bruxelles, Belgique, 2001.

DEBRY G., (2001) *Lait, nutrition et santé*. Paris: Lavoisier, 566p.

DIBLEY G., (1997). *Harnessing the nutritional power of milk*. Proc. Nutr. Soc. NZ., 22(20): 1501 59.

Dictionnaire de Larousse

DIENG M., (2001). *Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés industriels commercialisés sur le marché Dakarois*. Thèse Docteur vétérinaire, Université de Dakar Sénégal.

EIGEL W.N., BUTTER J.E., ERNSTRON C.A., FORRELL H.M. et HARWALKAR V.R., (1984) *Epicier Avril, biscuits sucrés*. P:15.

EUGENIA LUCENA M., ALVAREZ S., MENENDEZ C et FRANCISCO A., (2006). Riera, Alvarez Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, Département des sciences de la nature et de la vie. Alimentation et nutrition. pp : 25-38.

FAVIER J.C., (1985). *Composition du lait de vache-Laits de consommation*, <http://www.horizon.documentation.fr>.

FAYE B., PEROCHON L., DORR N., GASQUI P., (1998). *Relationship between individual-cow udder health status in early lactation and dairy cow characteristics in Brittany, France.* Inra, Vet. Res. (1998) 29, p. 31-46

FRANCIS P.G., (1984). *Teat skin lesions and mastitis,* Br. Vet. J. 140 (1984), p 430-436.

FRANK J.F., HASSAN A.N., (2002). *Microorganisms associated with milk.* in thèse: - analyse du microbiote du lait par les méthodes moléculaires. Département des sciences des aliments et de nutrition faculté des science de l'agriculture et de la l'alimentation université laval Quebec.

FRANWORTH E., MAINVILLE I ., (2010) . *Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique,* Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe. <http://www.dos.transf.edwa.pdf>.

FREDOT E., (2006). *Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique,* Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

GERARD B et DEBRY G., (2001). *Lait nutrition et santé.* Ed Tec et Doc. PP : 44-55.

GOURSAUD J., (1985). "*Composition et propriétés physico-chimiques du lait*". Dans : "lait et produits laitiers. Vache, brebis, chèvre" (LUQUET F.M) Tome (1): les laits de la mamelle à la laiterie, P15, P 3-4. P164, 171, 174.

GUIRAUD J., GALZY P., (1980) *L'analyse microbiologique dans les industries agroalimentaires* ,Edition de l'usine nouvelle.- Paris,284p11

GUIRAUD J.P., (1998) *Microbiologie alimentaire,* Joseph-Pierre Guiraud Edition DUNOD. Paris, 652p.

GUMPEN S., HEGG P.O. et MARTENS M. (1979). *Thermal stabilization of fatty acid- serum Albumin complexes studied by differential scanning calorimetry,* *biochim. Biophys. Acta,* 574, 189.

HAMAMA A.,(1995) .- *The significance of pathogenic microorganisms in raw milk.* - Trends Food Sci. Technol., 6(5), 171-172.

HARMBLING S.G., MCALPINE A.S., SAWYER L.,(1992). *B-lactoglobulin.* In: *Advanced Dairy Chemistry - 1.* P.F. Fox (ed), Elsevier Applied Science, London and New York, chap. 4, pp. 141-179.[https:// www.topsante .com / nutrition et recettes / bien -choisir-ses aliments /nutrition –tout-savoir –sur –la-présure –des –fromages -73065](https://www.topsante.com/nutrition-et-recettes/bien-choisir-ses-aliments/nutrition-tout-savoir-sur-la-présure-des-fromages-73065)

ILKER E., MUSHSIN C., SEBNEM H., (2006).*separation of whey Components by using ceramic composite membranes; desalination* 189.

JAQUE P., (1998). *Alimentation et santé.* Paris : INRA, 540p.

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

JEANTET R., CROGUENEC T., SCHUCK P. et BRULE G., (2007). *Science des aliments-technologie des produits alimentaires* tec et doc, Lavoisier : 17 (456pages).

JONES T.O.,(1986). *A review of teat factors in bovine E. coli mastitis*, Vet. Res. 118 (1986), p. 507-509.

KENNEDY J.F et CABRAL M.S., (1985). *In immobilized enzymes and cells.* J Woodward (Ed) p 19-37 IRL Press Oxford, U.K.

KOYUNCU I., TURAN M., TOPACIK D., ATES A.,(2000). *water sci. techno* 41, (1), (2000), pp213

LABIOUI ,H., ELMOUALDI ,L., El Yachoui ,M., OUHSSINE , M., (2005). - *Sélection de souches de bactéries lactiques antibactériennes.* - *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux***144**(3-4), 237-250p.

LABIOUI H., ELMOUALDI L., BENZAKOUR A., EL YACHIOUI M., BERNY E., OUHSSINE M.,(2009). *Étude physicochimique et microbiologique de laits crus.* Société de Pharmacie de Bordeaux, **148**(1-4) : 7-16 P.

LAMONTAGNE M.,(2002) . *Produits laitiers fermentés In Science et Technologie du lait : transformation du lait Presses Internationales polytechniques* ,Canada.-600p

LAMONTAGNE M.,CHAMPAGNE C.I.P., REITZ-AUSSEUR J., MOINEAU S., GARDNER N., LAMOUREUX M., FLISE J.J. et I (2002). *Microbiologie du lait In Science et Technologie du lait : transformation du lait Presses Internationales Polytechniques*, Canada.- 600p

LAPLANCHE J., (2004). *Système d'épuration du lactosérum d alpage par culture fixée sur lit de compost.* *Revue suisse Agric.*, 36(5), p: 220-224.

LAPLANCHE J., DUCOGNON V., TREVISAN D., *Traitement du lactosérum par filtration Sur compostensemencé de vers, épuration of lactosérum in a compost filterwith worms, syndicat des apagistes, fruits communs et vendeur direct de Savoie, Maison De l'agriculture- 73/90 SAUT BALDOPH.*2006.

LAROUSSE AGRICOLE.,(2002).767p

LEVEAU J-Y., and BOUIX M., (1993). *Microbiologie industrielle : les micro-organismes d'intérêt industriel.* Tec et Doc Lavoisier, Paris, France.

LIN V.J. C. AND KOENIG J. L. RAMAN., (1976). Studies of bovine serum albumin, biopolymers, p: 15, 203.

LINDEN G. et LORIENT D.,(1994). *biochimie agro industrielle; valorisation alimentaire de la Production agricole.* Masson Paris Milan Barcelone.1994.

LORTAL S., BOUDIER J.F., (2011). *La valorisation de la matière première lait, évolution passée et perspectives.* Innovations Agronomiques 13, VOL 12.

LUPIN, D., (1998). *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.*FAO

LUQUET et FRANCOIS M., (1990). *Lait et les produits laitiers, vache, brebis, chèvre.* Tome II.

LUQUET F.M., BONJEAN-LINCZOWSKI Y., (1985). *Le lait de la mamelle à la laiterie in lait et produits laitiers Vache- Brebis- Chèvre.* Tec et Doc-Lavoisier, 1985, 1-15p.

LUQUET F.M. et BOUDIER J.F., (1984). *Utilisation des lactosérums en alimentation humaine et animale.* Apria., 21, p : 1-7, 66, 83-90.

MEREO M., (1971). *Les utilisations industrielles du sérum de fromagerie.* ind, agro-alim, pp :817823.

MODLER H.W., (1988). *Development of a continuous process for the Production of ricottacheese J.of Dairy Science, Vol 71, p 2003-2009.*

MOFREDJ A., BAHLOUL H. et CHANUT C.,(2007). - *Lactococcus lactis : un pathogène opportuniste ?* - Med. Malad. Infect., 37(4), 200-207.

MOLETTA R.,(2002). *Gestion des problèmes environnementaux dans les IAA.* Paris: Tech et Doc 2002Xx -600p.

MORR C.V., and HA E.Y.W.,(1993). *Whey protein concentrates and isolates: processing and Functional properties.* Critical reviews in food science and nutrition, 33 (6) (1993), pp431- 476.

MORR C.V.,(1989). *Whey proteins: manufacture.* In: *Development in Dairy Chemistry* - 4 P.F. Fox (ed), Elsevier Science Publ., London and New York, chap 6, pp. 245-283.

MULLER A., BERNARD C.H., UZI E., GEORGES D.; *prepurification of alpha actalbumine with UF ceramic membranes from acid casein whey: study of operating conditions* .Lait 83 (2003), 111-129.

NAFTI Y.,(2011) .*Biochimie alimentaire*, edition Biohay :17 -08- 2011,p57 .

NELSONE F et COLL.,(1978).*whey utilisation in first flavored drinks*. Dairy and food science14.

NEVILLE M.C. et JENSEN R.G., (1995). *The physical properties of human and bovine milks* In **JENSEN R.**, Handbook of milk composition-General description of milks,Academic Press,Inc: 82 (919 pages) .

OUALI ABDOUNE S., (2003) : *Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda : Nature de la matière*. Mémoire de magister, Sciences Alimentaires option Nutrition Appliquée : Université Frères Mentouri Constantine, 88 pages.

PATRIGNANI F., LANCIOTTI R., MATHARA J.M., GUERZONI M. E. and HOLZAPFEL W.H., (2006). *Potential of functional strains, isolated from traditional Maasai milk, as starters for the production of fermented milks*, Int. J. Food Microbiol. 107: 1 – 11

PFEILER E.A., and KLAENHAMMER, T.R.,(2007). *The genomics of lactic acid bacteria*, Trends Microbiol. 12: 546-553.

PIARD J.C.,(1992).*Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria*. 2. Bacteriocins and other antibacterial substances. - *Lait*, **72**, 113-142.

PISSANG T.,(2001). *Evaluation de la qualité du lait et des produits laitiers dans les systèmes traditionnels de transformation au Tchad*. In : Duteurtre et Meyer, Actes de l'Atelier International « Marchés urbains et développement laitier en Afrique subsaharienne » 9-10 septembre 1998, Cirad Montpellier (France).

POUGHEON S., GOURSAUD J.,(2001). Le lait caractéristiques physicochimiques In **DEBRY G.**, *Lait, nutrition et santé*, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

ROUFIK S., SYLVIE F., GAUTHIER SYLVIE L., TURGEON., (2007). *Physico-chemical characterization and in vitro digestibility of β -LG F142-148 complexes*. Inter dairy journal 17, pp471- 480.

ROY G.,(1951) .*Technologie laitière* .Paris: Dunod, p34, P59.

SAPORTA G. - Probabilités, analyses des données et statistiques. 1990. Editions Technip, 622 pages.

SCHUKKEN Y.H., ERB H N., SEARS P.M., SMITH R.D., (1988). *Ecologic study of the riskfactors for environmental mastitis in cows.* Am. J. Vet. Res. 49 (1988), p.766-771.

SEMASAKA G. *Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits commercialisés dans la région de Dakar.* Thèse méd. vét. : Dakar, 1986, N° 6, 133 p.

SEYDI M.G et NDIAYE M., (1993). *Acidité et flore microbienne du lait reconstitué caillé artisanal sénégalais.* Dakar médical- tome 38, p 61-67.

SHARPE M.E., FRYER T.F., SMITH D.G.,1966.- *Identification of the lactic acid bacteria.* In Gibbs (B.M.), Skinner (F.A.) (Eds.), *Identification methods for microbiologists. Part A.* - London: Acad. Press,65-79 p.

SIAR H., (2014) .Utilisation de la pepsine de poulet et de la ficine du figuier comme agents coagulants du lait. Mémoire de magister, Sciences Alimentaires option: Technologies Alimentaires : Université Constantine -1- Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro alimentaires (I.N.A.T.A.A), 75 pages.

SMITHERS G.W., (2008). *Whey and Whey Protein.* From "Gutter-to-Gold". International Dairy Journal, 18, 695-704.

SNEDECOR G.W.,(1980). Cochran W. G.- *STATISTICAL METHODS.* Iowa State University Press, Seventh Edition, Ames. USA ,1980. pp: 458.

SOTTIEZ P., (1990). *produit dérivés des fabrications fromagères, lait et produits laitiers,* tome 2. Ed ; Lavoisier, Paris. (1990), pp 357- 392.

SOTTIEZ P., (1985). *Produits dérivés des fabrications fromagères.* Laits et produits laitiers: vache, brebis, chevre/Societe scientifique d'hygiene alimentaire; Francois M. Luquet, coordonnateur, assiste de Yvette Bonjean-Linczowski; prefaces de J. Keilling, R. de Wilde.

TALEBBENDIAB BENOTMANE F.,(2017): *Contrôle physico-chimique et microbiologique du Camembert.* Mémoire de master, Nutrition et Santé : Universite Aboubekr Belkaid Tlemcen, 61 pages.

THIEULIN G., et VUILLAUME R., (1967). *Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des oeufs-revue générale des questions laitières* 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).

TILLARD E., (2001). *Etude des facteurs de variation de la qualité du lait en élevages bovins laitiers à la Réunion, Rencontres autour des recherches sur les ruminants*, 8, Paris (France), INRA, Cirad-emvt, p.94

UCHIDA Y., SHIMATANI M.M., MITSUHASHI T., KOUTAKE M., (1996). *Process for preparing a fraction having a high content of α -LA from whey and nutritional compositions Containing such fractions*, US patent 5, 503, 864.

VEISSEYRE R., *Technologie du lait*, La Maison Rustique, Paris, 1975.

VEISSEYRE R.,(1979). *"Technologie du lait"*. Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3eme édition. La maison Rustique; Paris. p 697.

VIERLING E., (2003). *Aliment et boisson-Filière et produit*, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

VIGNOLA C.,(2002) . *Science et technologie de lait*. Ecole polytechnique de Monterial. P70.

VIOLLEAU V., (1999). *valorisation du lactosérum par électrodialyse*. Thèse de doctorat. Montpellier 1999.

VISSER R.A., NAN DEN BOS M.J. et FERGUSON W.P., (1988). *Lactose and its chemical Derivates*. bulst of I.D.F, n°233, pp: 33-44.

VRIGNAUD Y., (1983). *Valorisation du lactosérum, une longue histoire*. Revue laitière française n°422, PP :41-46.

WHITNEY R., BRUNNER JR., EBNER KE., Farrell H.M.,

WOLTER S.,(1997). *Hand book of milk*. Ed., Composition academic press, San Diego. P30.

WOUTERS J.T.M., AYAD E.H.E., HUGENHOLTZ J. and SMIT G., (2002). *Microbes from raw milk for fermented dairy products*. Int. Dairy J. 12: 91–109.

ZIKOUI A.,(2013). *La coagulation du lait par l'extrait des fleurs de cardon (Cynara cardunculus)*. Mémoire de magister, sciences alimentaires Option Biochimie et Technologies Alimentaires : Universite Constantine -1- Institut de la Nutrition, de l'alimentation et des technologies Agro-Alimentaires (I.N.A.T.A.A.), 87 pages.

ANNEXES

Annexe 1

code	Syna	Synb	Sync	Forme A	Forme B	Forme C	TextureA	TextureB	TextureC	OdeurA	OdeurB	odeurC	sucréA	sucréB	sucréC	aciditéA	aciditéB	aciditéC	saléeA	saléeB	saléeC	amerA	amerB	amerC
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
3	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
4	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
7	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
8	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
9	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
10	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
12	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
13	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
14	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
16	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
18	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
19	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
20	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
21	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
22	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
23	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
24	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
25	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
26	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
27	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
28	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
29	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
30	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
31	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
32	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
	20	3	15	29	2	31	19	13	12	22	17	24	4	3	3	17	13	12	4	1	1	27	20	24

Annexe 2

code	Syna	Synb	Sync	Forme A	Forme B	Forme C	TextA	TextB	TextC	Odeur A	Odeur B	odeur C	sucréA	sucréB	sucréC	acide A	acide B	acide C	saléeA	saléeB	saléeC	amerA	amerB	amerC	SCORE A	SCORE B	SCORE C
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25%	25%	13%
2	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	25%	38%	63%
3	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	63%	38%	50%
4	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	63%	25%	63%
5	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	75%	25%	50%
6	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	25%	50%	38%
7	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	50%	38%	50%
8	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	75%	50%	50%
9	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	75%	38%	25%
10	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	38%	13%	38%
11	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	63%	13%	38%
12	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	38%	25%	50%
13	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	63%	25%	38%
14	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38%	13%	38%
15	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	75%	38%	50%
16	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38%	25%	38%
17	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	63%	38%	50%
18	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	75%	50%	50%
19	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	75%	25%	63%
20	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	75%	50%	75%
21	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	63%	25%	50%
22	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	75%	13%	38%
23	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	63%	13%	38%
24	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	50%	13%	38%
25	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	75%	25%	38%
26	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	25%	13%	63%
27	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	50%	38%	50%
28	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	25%	25%	63%
29	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	63%	25%	38%
30	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	50%	25%	63%
31	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	38%	13%	50%
32	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	88%	38%	75%
	20	3	15	29	2	31	19	13	12	22	17	24	4	3	3	17	13	12	4	1	1	27	20	24			
	63%	9%	47%	91%	6%	97%	59%	41%	38%	69%	53%	75%	13%	9%	9%	53%	41%	38%	13%	3%	3%	84%	63%	75%			

Annexe 3

Questionnaires

Examinez et goûtez chacun des trois échantillons A, B et C, puis mettez la marque (X) dans le champ approprié, sinon ne mettez rien.

	synérèse			forme		texture		couleur		Odeur de raïb		sucré			salée			acide			Arrière goût amer			
	peu	trop	normal	gel	coupée	lisse	granulé	blanchâtre	jaunâtre	normal	forte	trop	moyen	peu	trop	moyen	peu	trop	moyen	peu	trop	moyen	peu	
A																								
B																								
C																								

Classement des produits A, B et C :

1. ...
2. ...
3. ...

1. Produits et réactifs utilisés pour les analyses physico-chimiques

- L'acide sulfurique ;
- Méthyle-3butanol-1(Alcool iso-amylique) ;
- Phénolphtaléine ;
- L'eau distillée ;
- L'Hydroxyde de sodium (NaOH) N /9.

2. Produits et réactifs utilisés pour les analyses bactériologiques

- Milieu Chapman ;
- Gélose PCA ;
- TSE ;
- Gélose au Bouillon lactose au vert brillant (V.R.B.L) ;
- Bouillon Giolitti Cantoni ;
- bouillon cœur cervelle (BHIB) ;
- l'eau oxygénée ;
- plasma de lapin.

3. Produit nécessaire pour la production

a. Lactosérum

Le lactosérum utilisé est issu de fromage type camembert fabriqué à base de lait de vache pasteurisé, de la laiterie fromagerie La vallée est recueilli proprement dans un récipient bien propre lors de moulage ; ou il est acheminé directement à la salle de préparation pour l'utilisation immédiate.

b. Lait

Le lait utilisé au cours de nos expérimentations est le lait collecté au niveau des fermes environnantes de la région de Tazemalt par des collecteurs privés, ce lait est livré à la vallée en citernes.

c. Lait reconstitué

- Poudre de lait 0%.

- Poudre de lait 26%.
- L'eau pasteurisée.

d. Les ferments MO-30 (CHR HANSEN)

Des ferments homofermentaires (fig. i) ne produisent pas de CO₂, caractérisés par l'acidification rapide de lait. Composés de :

- *Lactococcus lactis* sub. *Cremoris*
- *Lactococcus lactis* sub. *Lactis*

e. La présure

Enzyme microbienne qui a pour but le caillage de lait acidifié (fig. ii).



Figure i : les ferments MO-30 (photo originelle).



Figure ii : Présure microbienne (photo originelle)