

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université M'hamed Bougara Boumerdes

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master **II**

Département : Génie des Procédés

Filière : Génie des procédés

Option : Génie Alimentaire

Thème

***Amélioration de la technique de fabrication du yaourt pratiquée
dans l'unité de production LFB de ROUIBA***

Présenté par : CHAHBOUNI Youcef

Soutenu le : 17/09/2018

Devant le jury :

Président : ZIDANI Sofiane

MCB

UMBB

Examinatrice : BOUGHERARA Saliha

MCB

UMBB

Promoteur : DJEZIRI Mourad

AR (MAA)

UMBB (CRAPC)

Promotion 2017/2018

Je dédie ce travail à tout le monde.

Remerciement

Je tiens à remercier tout d'abord dieu le tout puissant, pour la santé, la volonté et pour sa clémence qu'il m'a donné afin d'achever ce travail et durant toutes ces longues années d'étude.

J'adresse mes remerciements aux membres de jury, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer mon projet.

J'adresse mes remerciements à mon promoteur pour son encadrement

RESUME

Résumé

L'industrie de fabrication du yaourt en Algérie est fortement dépendante des marchés extérieurs caractérisés par des variations qualitatives de la matière première. Ceci engendre des difficultés pour garantir une bonne qualité du produit. Dans l'optique de se soustraire un tant soit peu à ces fluctuations préjudiciables à la valeur du produit fabriqué, la Laiterie LFB de Rouiba s'est engagée dans une démarche visant à investir.

L'objectif de ce travail a été d'apporter des améliorations dans la technique de fabrication du yaourt pratiquée dans l'unité de production des yaourts LFB de Rouiba afin que les yaourts produits soient de bonne qualité pour le bien être des consommateurs. Pour atteindre cet objectif, nous avons adopté une méthodologie spécifique telle que : l'évaluation de la pratique de fabrication du yaourt, l'amélioration de la technique de fabrication, l'évaluation de la pratique améliorée et la proposition de mesures correctives. A l'issue de notre travail, les résultats suivants ont été obtenus : L'évaluation de la pratique de fabrication a permis de déceler une insuffisance d'hygiène et l'utilisation de diagramme non approprié à la fabrication du yaourt. La récapitulation des défaillances rencontrées a montré des insuffisances à la production, à l'hygiène du matériel utilisé et du lieu de production. L'amélioration de la technique de fabrication a permis d'apporter une nouvelle méthode de fabrication et d'utiliser le diagramme standard de fabrication du yaourt tout en respectant les règles d'hygiènes et les normes de fabrication. L'évaluation de la pratique améliorée s'est effectuée sur le respect de l'hygiène du lieu de production et du matériel utilisé et l'utilisation d'un diagramme standard de fabrication. Pour une production de qualité du yaourt dans l'unité du LFB Rouiba nous avons proposé des mesures correctives d'après nos constats, qui sont entre autre le respect de l'hygiène et la sensibilisation des producteurs sur la technologie des produits laitiers.

Mots clés : Lait, yaourt, amélioration de la qualité, diagramme de production, LFB Rouiba

The yoghurt manufacturing industry in Algeria is highly dependent on external markets characterized by qualitative variations in the raw material.

This causes difficulties to guarantee a good quality of the product, in order to avoid some of these fluctuations that are detrimental to the value of the manufactured. Rouiba dairy is committed to investing.

The objective of this work was to make improvements in the yoghurt production technique practiced in Rouiba's LFB yoghurt production unit so that the yoghurts produced are of good quality for the well-being of the consumers. To achieve this goal, we have adopted a specific methodology such as: evaluation of yoghurt manufacturing practice, improvement of manufacturing technique, evaluation of improved practice and proposal of corrective measures. At the end of our work, the following results were obtained: the evaluation of the manufacturing practice made it possible to detect a lack of hygiene and the use of a chart not suitable for the manufacture of the yoghurt. The summary showed shortcomings in the production, the hygiene of the equipment used and the place of the production. The improvement of the manufacturing technique has made it possible to introduce a new manufacturing method and to use the standard yoghurt production chart while respecting hygiene rules and manufacturing standards. The evaluation of the improved practice was carried out on the hygiene of the place of the production and equipment used and use of the standard manufacturing chart. For a quality production of yoghurt in the unit of LFB Rouiba we proposed corrective measures according to our findings, which are among others the respect of hygiene and the sensitization of the producers on the technology of the dairy products.

Key words : Milk, yoghurt, quality, improvement, production chart, LFB Rouiba.

صناعة الياوورت في الجزائر متعلقة بالاسواق الخارجية المتصفة بالتغيرات الكيفية في المواد الاولية مما يؤدي لصعوبات بالغة في ضمان الجودة العالية للمنتوج.

مجبنة و ملبنة بودواو. فرع الرببة ابتدئت في منهجية الاستثمار في هذا المجال خلال هذه السنة 2018.

هدف هذا العمل هو ادخال تحسينات في تقنية صنع الياوورت على مستوى فرع الرببة من اجل ان يكون المنتوج في مستوى ارضاء الزبائن.

من اجل هذا الهدف تبيننا منهجية خاصة تتمثل في

تقييم تقنية الصنع

تحسين هذه التقنية

تقييم التقنية المحسنة واقتراح قياسات تصحيحية

في غضون هذا العمل تحصلنا على النتائج التالية

تقييم تقنية الصنع يظهر نقصان النظافة و استخدام مخطط غير متلائم واحصاء النقائص يبين

تحسين تقنية الانتاج سمح بدمج تقنية جديدة في الصناعة باستخدام مخطط جديد يحترم قواعد الصناعة.

تقييم التقنية المحسنة على مستوى فرع الروبية من حيث النظافة و المخطط المقترح

من خلال النقائص اقترحنا قياسات جديدة من اجل تحسين نوعية المنتوج.

كلمات مفتاحية

حليب ياوورت تحسين الجودة مخطط الصنع روبية مجبنة و ملبنة بودواو

Sommaire

Contenu

Résumé.....	5
Liste des figures.....	12
I- GENERALITE SUR LE LAIT.....	2
I-1- Définition	2
I-2- Composition du lait.....	2
I-3- Caractéristiques organoleptiques du lait.....	3
I-4- Composition biochimique du lait.....	4
I-4-1- Glucides	4
I-4-2- Protides	4
I-4-3-Lipides.....	4
I-4-4-Vitamines.....	4
I-4-5- Sels minéraux.....	5
I-4-6- Eau	5
I-5-Type de lait	5
I-5-1- Lait pasteurisé	5
I-5- 2- Lait stérilisé.....	6
II-5-3- Laits fermentés.....	6
I-5-4- Laits spéciaux.....	6
I-5-5- Lait concentré non sucré	6
I-5-6- Lait concentré sucré	6
I-5-7- Lait sec (lait en poudre)	6
I-5-8- Lait caillé.....	7
I-6- Microorganismes du lait	7
I-6-1- Microorganismes normaux du lait	7
I-6-2- Microorganismes pathogènes	7
I-6-3- Germes indifférents.....	7
I-7- Conditions d'obtention	8
I-8- Importance et Rôle du lait	8
II- GENERALITES SUR LE YAOURT.....	9
II-1- Constituants du yaourt	9
II-1-1- Le Lait.....	9
II-1-2- Les types de laits utilisés dans la fabrication du yaourt	9
II-2- Caractéristiques organoleptiques.....	10
II- 3- Composition physicochimique du yaourt	11

II- 4- Importance.....	11
II-4-1-Valeur nutritionnelle	11
II-4-2-Les bienfaits sur la santé	11
II-4-3- Digestibilité du lait.....	12
II-4-4- Guérison de diarrhées	12
II-4-5- Incidence sur les risques de cancer	12
II-4-6- Taux de cholestérol dans le sang.....	13
II-5- Conservation	13
II-6-Technologie du yaourt.....	13
II-6-1- Historique	13
II-6-2- Diagramme de fabrication Industriel.....	14
II-6-3- Artisanal	17
III-Matériels et méthodes	19
III-1-Présentation de l'entreprise	19
III-2- Objectif de l'étude	19
III-2-1- Consultation des cadres et analyse des archives	19
III-2-2- Enquête auprès des producteurs	20
III-2-3- Pratique de fabrication du yaourt dans les unités.....	20
III-2-4- Evaluation de la pratique de fabrication	20
III-2-5- Récapitulation des défaillances rencontrées.....	20
III-2-6- Amélioration de la technique de fabrication.....	20
III-2-7- Evaluation de la pratique améliorée.....	20
III-2-8- Proposition de mesures correctives	20
IV-1-De la consultation des cadres et analyse des archives.....	23
IV-2-De l'enquête auprès des producteurs.....	23
IV-2-1- Auprès de Danone	23
IV-2-2- Auprès de Soummam	23
IV-2-3-Auprès de LFB	24
IV 3-De la Pratique de fabrication du yaourt dans la Commune de Rouiba	24
IV-4-De l'évaluation de la pratique de fabrication.....	26
IV-5-De la récapitulation des défaillances rencontrées	28
IV-6-De l'amélioration de la technique de fabrication.....	29
IV 7-De l'évaluation de la pratique améliorée	31
IV-8-De la Proposition des mesures correctives	31

Abréviations	Signification
°C	Degré Celuisus
pH	Potentiel Hydrogène
°D	Degré dornic
LFB	Laiterie et fromagerie Boudouaou
T°	Température
Kg	Kilogramme
h	Heure
%	Pourcentage
ml	Millilitre
min	Minute
L	Litre
J	Jour
l/j	Litre/jour
MP	Matière première
U.H.T	Ultra Haute Température
mg	milligramme

Liste des figures

Figure 1: procédé de fabrication du yaourt.....	16
Figure 2 : Diagramme de fabrication de yaourt ferme et brassé.....	25
Figure 3 : Diagramme de fabrication amélioré.....	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition moyenne d'un litre du lait.....	2
Tableau 2 : Composition physico-chimique du lait.....	3
Tableau 3 : Composition physico-chimique du yaourt.....	11
Tableau 4 : Situation de la production et de la vente du yaourt.....	24
Tableau 5 : Résultats de l'évaluation de la pratique de fabrication du yaourt.....	26
Tableau 6 : Récapitulatif des défaillances rencontrées.....	28
Tableau 7: Résultats de l'évaluation de la pratique améliorée avec les producteurs.....	31
Tableau 8 : Mesure correctifs proposés	33

INTRODUCTION

Le lait est l'un des produits de base de l'alimentation humaine, cependant il a un système biochimique très périssable qui s'altère sous l'effet des micro-organismes, favorisés par un pH voisin de 7, de l'activité d'eau élevée et des enzymes. C'est pourquoi la nécessité de le transformer et de le conserver s'impose. L'une des formes de conservation est sa transformation en yaourt. De ce fait, la technologie du yaourt nécessite le respect des normes hygiéniques et technologiques (facteur temps-température, mesure des ingrédients...) pour que le yaourt puisse apporter des bienfaits à la santé des consommateurs.

En Algérie, la fabrication du yaourt nécessite l'achat des ferments spécifiques (souvent importés) et un procédé particulier qui augmentent les coûts de fabrication. Le marché des yaourts reste souvent large et diversifié car, compte tenu du prix de vente, toutes les classes peuvent acheter ce produit. Le yaourt est le lait fermenté le plus consommé. Cette fermentation conduit à la prise en masse du lait. Le coagulum obtenu est ferme, sans exsudation de lactosérum. Il peut être consommé avant ou après brassage lui donnant une consistance crémeuse. Avec l'évolution des styles alimentaires et des conditions de vie en ville, le yaourt est très apprécié par les consommateurs en Algérie, notamment les jeunes. Il existe de réelles opportunités pour développer des unités de transformation implantées près des communes. Ainsi le présent travail consacré à l'amélioration de la technique de fabrication du yaourt dans la future unité (LFB de Rouiba) trouve sa justification parce qu'il permettra de mieux connaître comment se fabrique le yaourt de façon locale et aussi de pallier au manque d'hygiène des producteurs ainsi que le respect des normes de fabrications afin que les consommateurs soient ravitaillés en yaourt de qualité meilleure. D'après **Anonyme (2012)**, aujourd'hui, plus de 30% de la population mondiale consomme régulièrement des yaourts. La consommation mondiale par individu et par an est estimée à 2,1 Kg et va encore augmenter au cours des années à venir. La production du yaourt a progressé de 0,8% en 2005 pour atteindre plus d'un million et demi de tonne. Les yaourts sont consommés à tous les âges avec un pic chez les jeunes de 15-20 ans et les adultes de 55-60 ans. C'est pour toutes ces raisons que nous avons choisi de traiter au terme de nos études, le thème intitulé : **Amélioration de la technique de fabrication du yaourt pratiquée dans l'unité de production LFB Rouiba**

Pour atteindre cet objectif, nous avons suivi le canevas ci-dessous :

- Une introduction générale là où on a bien expliqué les objectifs de notre travail ;
- Une synthèse bibliographique dont la quelle on a regroupé tous les éléments nécessaires et utiles pour la réalisation de ce travail ;
- Une partie : Matériels et méthodes regroupent toutes les méthodes et les techniques qui peuvent servir à l'accomplissement de ce travail ;
- Une partie : Résultats et discussions dont la quelle on a commenté tous les résultats obtenus ;
- Une conclusion pour clôturer ce travail avec les perspectives d'amélioration envisagées.

Partie I :
Synthèse
bibliographique

Chapitre I :

Le lait

I- GENERALITE SUR LE LAIT

D'après Mahaut, H. *et al.*, (2000), l'évolution des processus technologiques, des techniques de conservations a permis l'élaboration d'une large gamme de laits de consommation qui se distinguent par leurs compositions, leurs qualités nutritionnelle et organoleptique, et leurs durées de conservation. Ces laits peuvent être classés actuellement en deux catégories.

- Lait cru non traité thermiquement.
- Lait traité thermiquement.

I-1- Définition

Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum [Bachir, N. *et al.*, 2005]. C'est le produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction d'élément [Dillon, J.C. 2005].

I-2- Composition du lait

De très nombreux facteurs peuvent intervenir sur la composition du lait : l'espèce, la race, le stade de lactation, l'état sanitaire, l'alimentation de l'animal [Mahaut, H. *et al.*, 2000].

Tableau 1 : Composition moyenne d'un litre du lait [Gourseaud j.2000].

Lait	Constituant	Composition moyenne (%)
Eau	-	87
Extrait sec	Glucides (lactose)	4,8
	Lipides	4,2
	Protéines	3,2
	Sels minéraux	0,8
	Constituants mineurs (vitamines, enzymes, hormones, gaz)	Traces

Tableau 2 : Composition physico-chimique du lait [Majoub, R et al.1993].

Caractéristiques	Normes
Densité à 15°C	1,030 - 1,034
Chaleur spécifique	0,93
Point de congélation	-0,55°C
Point d'ébullition	100,15 - 100,17°C
pH	6,6 - 6,8
Acidité exprimé en degré Dornic	16 -18
Indice de réfraction à 20°C	1,35
Eau	900 - 910 g/l
Extrait sec total	125 - 130g/l
Biocatalyseur non dosable ou à l'état de traces	Pigments, enzymes, vitamines
Gaz dissous	Oxygène, azote et CO ₂ 4-5% à la sortie de la mamelle

Le lait, aliment complet pour les jeunes mammifères a une composition riche et diverse, présentant une part de variabilité liée à l'animal ou à l'environnement. A la fois solution, émulsion et suspension, sa fragilité et son instabilité se manifestent dès qu'il quitte la mamelle [Majoub, R. *et al.* 1993]. Selon le même auteur, les caractéristiques du lait frais de référence peuvent servir des normes de comparaison pour éviter les laits contaminés et améliorer la qualité des laits reconstitués à partir des poudres. Pour ce même auteur, un lait frais de bonne qualité possède les caractéristiques suivantes : densité à 15°C (1,030 à 1,034), point de congélation (- 0,55°C), pH (6,6 à 6,8), eau (900 à 910 g/l).

I-3- Caractéristiques organoleptiques du lait

Jouzier, X. *et al.* (1994), affirment qu'un lait de bonne qualité possède les propriétés organoleptiques suivantes :

- **Couleur** : le lait pur frais est blanc, légèrement jaune, la coloration peut être troublée par différents facteurs ; la rupture de fins capillaires de la mamelle entraîne l'apport de sang, lors de congestion ou de mammites, donne une teinte rosée, voire rouge, au contraire mouillé ou écrémé le produit apparait très bleuâtre ;
- **Consistance** : elle est crémeuse ;
- **Odeur** : l'odeur du lait est agréable à l'olfaction. Lors d'acidification spontanée du lait, l'odeur devient aigrette, sous l'influence de la formation d'acide lactique et de quelques produits accessoires ; lors de la fermentation

putride, elle devient nauséabonde par formation d'ammoniac ;

- **Saveur** : la saveur est normalement agréable. Le lait chauffé a un goût du lait cru. Elle peut être salée. Certaines plantes peuvent modifier le goût du lait parfois même son odeur.

I-4- Composition biochimique du lait

I-4-1- Glucides

Le lactose est le seul glucide libre existant en quantité importante dans presque tous les laits, c'est aussi le composant majeur le plus simple et le plus constant en proportion, c'est le constituant du lait le plus rapidement dégradé par l'action microbienne [Gourseaud, J. 2000]. En effet la microflore lactique transforme le lactose en acide lactique, cette transformation est souvent utile et parfois gênante. Dans le lait de vache, la teneur en lactose varie peu (48 à 50g/l).

I-4-2- Protides

Ils représentent 95% environ des matières azotées et sont constituées soit d'acides aminés (β -lactoglobuline, α -lactalbumine), et d'acides phosphoriques (caséinate). Une vingtaine d'acides aminés intervient dans la composition de ces protéines, leurs séquences confèrent à chaque protéine des propriétés propres [Armor, M. 2004]. C'est sur la base de la précipitation au pH isoélectrique (4,6) qu'on sépare la fraction protéique en caséine et protéine soluble. Ces protéines sont alors présentées dans deux phases différentes :

- phase micellaire instable constituée de particules solides. Les micelles en suspension qui diffusent la lumière et donnent au lait son aspect blanc opaque : ce sont les caséines.
- phase soluble stable constituée de différents polymères protéiques hydrophiles appelés protéines solubles ou protéines du lactosérum.

En plus, il existe dans le lait une fraction de protéose-peptone qui représente les caractéristiques intermédiaires. Ce sérum renferme aussi, mais en beaucoup plus faible quantité, d'autres constituants azotés. Ceux-ci de nature très diverses, ne sont pas, à la différence des protéines, des longs enchainements d'acides aminés, raison pour laquelle on parle de matières azotées non protéiques.

I-4-3-Lipides

Ils sont présentés dans le lait sous formes de globules gras de diamètre 1 à 10 nm et sont essentiellement constitués de triglycérides (98%). A eux seuls, ils représentent la moitié de l'apport énergétique du lait. Ils sont constitués de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés [Gourseaud, J. 2000].

I-4-4-Vitamines

D'après [Allais, C. (1984)], le lait contient toutes les vitamines appartenant aux deux groupes à savoir :

- Les vitamines liposolubles (A, D, E, K) associées à la matière grasse, elles se

trouvent, dans la crème et le beurre, après écrémage. Leurs taux, sous l'influence de facteurs exogènes (nourriture, radiation solaire), est très variable.

- Les vitamines hydrosolubles (B1, B2, B6, C) elles se trouvent dans la phase aqueuse lait écrémé, lactosérum. Les taux de ces vitamines ne dépendent pas des influences extérieures ; ils varient relativement peu dans le lait.

I-4-5- Sels minéraux

C'est l'ensemble des constituants présents à l'état d'ions ou de sels non dissociés. La fraction minérale, bien que mineure, dans la composition des laits est considérée comme très importante tant au point de vue nutritionnel que technologique. La composition du lait de chaque espèce est adaptée au besoin du jeune de la même espèce. [Mahaut, H. *et al.*, 2000].

Les teneurs en calcium et phosphore sont d'autant plus importantes que la croissance du jeune est rapide. La concentration en éléments minéraux est peu influencée par l'alimentation. Les composants majeurs sont le potassium, le calcium, le sodium, le magnésium, les phosphates. Ils sont pour une partie à l'état dissout et pour une autre, à l'état colloïdal associés aux caséines au sein des micelles. La fraction saline colloïdale représente 65% du calcium, 50% du phosphore inorganique, 60% du magnésium et 8% du citrate. Les composants en solution sont présents sous diverses formes Na^+ , K^+ , Cl^- sont à l'état ionisé; phosphate et citrate sont sous formes mono-di-et triphosphates [Mahaut, H. *et al.*, 2000].

I-4-6- Eau

C'est le composé le plus abondant qui fait dissoudre tous les autres constituants du lait [Gourseaud, J. 1985], elle se présente sous deux formes :

- Eau extra micellaire ou eau libre qui représente environ 80% de l'eau totale et contient la quasi-totalité du lactose, des sels minéraux solubles, de l'azote soluble,...etc. Une partie de cette eau est liée aux éléments hydrosolubles, dont les protéines solubles. Elle se vaporise facilement et se congèle facilement vers 0°C.
- Eau intra micellaire ou eau liée qui représente environ 10% de l'eau totale ; une fraction de cette eau est liée aux caséines et l'autre conserve des propriétés de solvants.

I-5-Type de lait

Selon Rolls, [A. B. et al. (1983)], les types de laits selon le traitement sont les suivants :

I-5-1- Lait pasteurisé : la température et le temps sont calculés avec précision. Les principales modalités de pasteurisation

- Pasteurisation basse à 63°C pendant 30 minutes. Elle est pratiquement abandonnée.

- Pasteurisation haute à 75° C pendant 15 secondes, 80-85°C pendant 5 secondes. Toutes les opérations s'effectuent à l'abri de l'air. Dès leur terme, le lait doit être rapidement réfrigéré.

La pasteurisation détruit tous les germes pathogènes et l'essentiel de la flore saprophyte. Elle modifie peu les caractères physico-chimiques, organoleptiques et la valeur nutritionnelle du lait.

I-5- 2- Lait stérilisé : la stérilisation c'est la destruction des germes microbiens, des toxines et des enzymes, assure une qualité hygiénique parfaite et une longue conservation à l'abri de l'air, dans un récipient hermétiquement clos, la brièveté du chauffage altère moins les constituants fragiles et les propriétés organoleptiques du lait à des températures de 115 à 120°C pendant 20 minutes.

II-5-3- Lait fermentés : le type de lait fermenté le plus courant est le yaourt d'origine bulgare. Le koumis originaire d'Asie centrale et le kéfir sont connus depuis très longtemps. Seuls le yaourt et kéfir sont largement consommés, le dernier en Europe orientale. Le yaourt est obtenu par légère concentration du lait par addition de la poudre du lait plus ou moins écrémé, pasteurisé puis ensemencé avec un levain spécifique (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*). Après répartition en pois, le lait subit un étuvage à 45 à 50°C durant deux à trois heures et plus. Le yaourt est finalement refroidi. La fermentation est mixte : lactique, alcoolique et gazeuse.

I-5-4- Lait spéciaux : ce sont des laits réservés à des usages médicaux particuliers (lait délactosé, lait modernisé) ou plus simplement à des régimes alimentaires (lait déchloruré, lait crème). Leur emploi dans l'alimentation des nourrissons est de plus en plus répandu, mais chaque type de lait diététique répond à des besoins particuliers, ce qui veut dire qu'on ne peut pas les utiliser sans prescription médicale.

I-5-5- Lait concentré non sucré : le lait concentré non sucré est pasteurisé à très haute température puis concentré par l'ébullition dans les évaporateurs. Homogénéisé, refroidi, il est distribué en boîte de conserve théoriquement illimitée mais dès l'ouverture de l'emballage, il doit être rapidement consommé.

I-5-6- Lait concentré sucré : pour son obtention, le lait est tout d'abord trié, épuré et standardisé puis subit ensuite une pasteurisation ou préchauffage à 105 à 110°C pendant quelques secondes. De là il est envoyé dans des cuves où on procède au sucrage par addition d'un sirop stérile très pur. La concentration est ensuite conduite à environ entre 48°C et 53°C sous une pression, ce lait refroidit est alors automatiquement mis en boîte. Le sucre inhibe la multiplication des micro-organismes. Le traitement thermique peut donc être moins intense. Après concentration, le lait est rapidement refroidi et reparti en boîte ou tube stérile.

I-5-7- Lait sec (lait en poudre) : le produit pré-concentré sur évaporateur est séché dans le four d'atomisation ou sur séchoir à cylindre. L'utilisation la plus importante est la consommation du lait après reconstitution dans les pays chauds

où la production du lait frais est insuffisante. Ce qui est le cas en Tunisie, où la plus grande partie de la consommation est faite à partir du lait reconstitué, 70 à 80 % du lait stérilisé commercialisé en Tunisie est reconstitué.

I-5-8- Lait caillé : est un lait acidifié obtenu soit par la fermentation naturelle, soit après ensemencement à l'aide de levains lactiques préparés à l'avance, avec ou sans addition de substances coagulantes (présure, pepsine). La matière première peut être du lait cru ou du lait en poudre.

I-6- Microorganismes du lait

I-6-1- Microorganismes normaux du lait

Les bactéries les plus importantes dans les produits laitiers, tant par leur activité biochimique que par leur nombre (proportion dans la microflore total est fréquent dans les examens), sont celles qui fermentent le lactose en donnant une proportion élevée d'acide lactique dans les produits de la dégradation, elles appartiennent à la famille des *lactobacillaceae* ; ce sont les *corynébactéries*, les *staphylocoques*, *lactobacillus thermophilus* [Meyer, A. *et al.*, 1994].

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain, moins de 500 germes/ml et moins de 10 coliformes/ml. Ce sont essentiellement des germes saprophytes de pis et de canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques et lactobacilles [Larpen, J. P. *et al.*, 1987].

Les microorganismes accompagnent le lait depuis sa sécrétion et sa formation dans les mamelles de la femelle laitière jusqu'à sa consommation par l'homme en passant par toutes les étapes de traite, de collecte, de conservation, de transformation et de commercialisation [Charles, A. 1984].

I-6-2- Microorganismes pathogènes

Parmi les nombreux germes pathogènes : streptocoques, staphylocoques, brucella, bacilles tuberculeux, clostridie, salmonella, etc., les salmonelles sont des ennemis les plus redoutables de l'hygiéniste [Guyeral, 2002].

Parmi les nombreux germes pathogènes *les streptocoques, staphylocoques, brucella, bacilles tuberculeux, clostridies, salmonella, etc.* sont des ennemis les plus redoutables du consommateur, et certains germes sont pathogènes pour l'animal uniquement, d'autres sont pour l'homme. Des zoonoses contagieuses peuvent aussi être transmises à l'homme par le lait. Le producteur peut être responsable à la transmission par une main souillée, des parasites ou des bactéries strictement humaines, tels que *les staphylocoques pathogènes et salmonelles*. Le principal danger est la *brucellose*. En général les hommes sont plus sensibles à cette affection que les femmes [Leonletneur, 1999].

I-6-3- Germes indifférents

Selon Thiaucourt, F. *et al.*, (1999), aucune propriété du lait, ils sont donc sans

effet : les corynebactéries par exemples.

I-7- Conditions d'obtention

L'obtention du lait et produits laitiers, susceptibles de se conserver et indemne d'agents pathogènes ou toxiques exige le respect de quelques règles simples lors de la collecte à la ferme ou au campement [Rolls, B. *et al.*, 1983]:

- Se laver soigneusement les mains à l'eau et au savon ;
- Laver voire désinfecter les récipients destinés à la collecte (préférer un récipient métallique ou en plastique facilement nettoyable à laalebasse traditionnelle ou au panier de traite) ;
- Chez la vache, attacher la queue car le toupillon peut contaminer le lait (les autres espèces laitières ont le plus souvent la queue courte).

I-8- Importance et Rôle du lait

Le lait est le seul produit de la nature qui soit un aliment complet, son potentiel nutritif est supérieur à tout autre aliment consommé par l'homme. Les protéines sont idéales tant par leur qualité que par leur composition équilibrée pour satisfaire aux besoins humains en acides aminés. Sa teneur en matières minérales et en vitamines est unique non seulement en proportion mais en quantité. A l'exception de la vitamine C et du fer, le lait procure presque tous les éléments nutritifs nécessaires à la croissance et au développement des populations humaines. Dans les pays hautement développés, le lait est plus qu'une protection contre les carences alimentaires, c'est également une source des protéines animales, de calcium et de rubéfaction [Anonyme, 1973].

Potinger (2009), affirme que pour ce qui me concerne, j'ai personnellement prescrit le lait cru de vache nourrit de l'herbe depuis près de 15 ans à présent, j'ai constaté la guérison d'allergie et des améliorations de l'état de santé. Des otites de l'oreille moyenne en particulier chez les enfants disparaissent en général, sans rechute avec du lait cru. Selon ce même auteur, certains éléments contenus dans le lait sont thermolabiles. Bien que leur destruction ne conduise pas à la mort, leur carence empêche le développement normal des enfants. Cela peut se traduire par un développement anormal du squelette ou la diminution de sa solidité.

Quant à Larpent, J. (1990), le lait est un substrat très riche fournissant à l'homme et au jeune mammifère un aliment presque complet. Des glucides, des lipides, minéraux et vitamines y sont présents à des concentrations tout à fait satisfaisantes pour la croissance et la multiplication cellulaire.

Chapitre II

Le yaourt

II- GENERALITES SUR LE YAOURT

II-1- Constituants du yaourt

D'après les ingrédients principaux du yaourt sont d'une part le lait et d'autre part les ferments du yaourt :

II-1-1- Le Lait

Le lait le plus utilisé est celui de vache. Néanmoins, on peut faire du yaourt avec toutes sortes de lait comme celui de chèvre, de brebis, de jument... Le lait entier donne un yaourt plus consistant contrairement au lait écrémé donnant un yaourt moins stable [Anonyme, 2012].

Le lait contient également du lactose. Le lactose est composé de deux molécules : une de glucose et une de galactose. Un lait contenant des antibiotiques comme certains de la ferme ne peuvent pas être utilisés pour préparer des yaourts. En effet, les antibiotiques détruiront les bactéries indispensables à la composition du yaourt.

II-1-2- Les types de laits utilisés dans la fabrication du yaourt

Le yaourt peut être fabriqué indifféremment à partir de lait frais produit localement ou de lait reconstitué à partir de poudre de lait. En cas d'utilisation de poudre de lait, il faut absolument utiliser de l'eau potable ou bouillie pour diluer la poudre. Une fois reconstitué, le lait se conserve peu de temps, comme le lait frais [Anonyme, 2012].

✓ *Le lait en poudre*

Dans diverses régions du monde, la production laitière ne permet pas un approvisionnement régulier des ateliers de transformation laitière, ceux-ci doivent faire appel en partie ou en totalité à des laits en poudre de provenance extérieure. La matière première mise alors en œuvre peut être un lait reconstitué ou recombinaison. Du fait des traitements, les laits en poudre peuvent avoir des aptitudes yaourtières assez différentes de celles d'un lait frais à la reconstitution [Adrian J et Lepen B, 1987].

Le lait en poudre est un lait déshydraté constitué essentiellement de matière sèche et d'une faible quantité d'eau (2-4 %), ils ont l'avantage de pouvoir [Mahaut *et al.*, 2000] :

Se stocker et se transporter aisément ;

S'utiliser après reconstitution pour la préparation de nombreux produits : lait liquide de consommation, laits fermentés ;

✓ Le lait frais

Du point de vue physico-chimique, le lait est une suspension colloïdale dans laquelle les particules en suspension sont responsables de sa consistance, de son opalescence, et de sa couleur blanche. Ces particules sont représentées par les globules de matière grasse (en émulsion dans la phase aqueuse) et les micelles de caséines : constituants protéiques majeurs du lait. La phase aqueuse est essentiellement composée d'eau [Bachir, N. *et al.*, 2005].

Le lait frais est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum [Bachir, N. *et al.*, 2005].

✓ Les ferments

Le *Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie lactique homo fermentaire se développant bien à 45 - 50°C en acidifiant fortement le milieu ; c'est un thermophile acidophile. Elle peut former dans le lait jusqu'à 27% d'acide [Lamoureux, 2000].

Le *Streptococcus thermophilus* se multiplie bien à 37 - 40°C mais aussi à des températures supérieures à 50°C. C'est une bactérie homo fermentaire thermo résistante. Elle est nettement moins acidifiante que la précédente. Les germes sont micro aérophiles et supportent très bien les milieux acides (pH = 4 - 4,5) dans le yaourt, ils vivent en symbiose étroite [Lamoureux, 2000].

En effet, en une culture associée, les deux bactéries produisent d'avantage d'acide lactique que lorsqu'elles sont cultivées seules. Les bactéries *bulgaricus* favorisent le développement de streptocoques thermophiles selon le mécanisme suivant : les lactobacilles qui présentent une activité protéolytique détachent de la caséine certains acides aminés intervenant comme activateurs de streptocoques. Parmi ces acides, la valine joue un rôle particulièrement important. Ils sontensemencés à l'aide d'une culture pure, associés en quantités sensiblement égales. La dose est de 2 à 3%.

Le même auteur affirme qu'au début de la fabrication, le pH du lait est favorable aux streptocoques qui prédominent et assure le départ de la fermentation lactique. L'action caséolytique de lactobacilles stimule le développement du *streptococcus*, le pH du lait défavorable aux streptocoques qui sont remplacés progressivement par les lactobacilles. La coagulation du lait se produit lorsque l'acidité atteint 65 - 70°D.

II-2- Caractéristiques organoleptiques

le caractère organoleptique du yaourt présente une nature comme suit [Malang S, 1998]:

- a) **Couleur** : le yaourt doit présenter un caillé blanche ;
- b) **Consistance** : le yaourt a une consistance semi-liquide ;
- c) **Odeur** : l'odeur du yaourt est agréable à l'olfaction ;

d) **Saveur** : le yaourt a une saveur douce ;

II- 3- Composition physicochimique du yaourt

La composition physicochimique du yaourt est résumée dans le tableau 3

Tableau 3 : Composition physico-chimique du yaourt [Laurence, A.V. et al, 2004]

Caractéristiques	Compositions
Protéine	4%
Lipide	0 - 4g
Cholestérol	15mg
Glucide	5 -18%
Lactose	3%
pH	4,5
Teneur en matière sèche laitière pour le yaourt	10-16%
Calcium	155 – 200 mg (17 à 24%)
Vitamine	A, D, B (B2, B12)
Calorie pour 100g	90 Kcal

II- 4- Importance

Les propriétés biologiques du yaourt : **Anonyme (2012)**,

II-4-1-Valeur nutritionnelle

En plus d'être apprécié pour son goût et sa texture, le yaourt a une valeur nutritionnelle remarquable : un apport énergétique relativement faible (en moyenne 90 kcal pour un pot de 125 g de yaourt nature classique), alors que l'apport en protéines, calcium, phosphore, et riboflavine représente plus de 25 % des besoins journaliers.

II-4-2-Les bienfaits sur la santé

La présence de 100 à 1 050 millions de bactéries vivantes par millilitre de yaourt aurait un impact positif sur la santé de l'humain. Les nombreuses recherches menées, pour certaines par les producteurs de yaourt, pour d'autres par des agences de santé, apportent à ce sujet des résultats contradictoires.

D'autre part, la teneur en calcium qui est souvent mise en avant comme un facteur positif n'a pas de valeur protectrice prouvée scientifiquement contre l'ostéoporose. La consommation élevée de produits laitiers pourrait même favoriser

l'ostéoporose, c'est un sujet controversé. Il faut savoir que l'essentiel de l'humanité se satisfait de 350 mg de calcium par jour, et que la teneur en calcium du lait maternel est beaucoup plus faible que celle du lait de vache. Le yaourt est un élément du régime crétois, censément très bénéfique pour la santé.

II-4-3- Digestibilité du lait

Environ 65 % des adultes dans le monde digèrent mal le lactose, contenu en grandes quantités dans le lait. En général, cette digestibilité du lactose apparaît avec l'âge : l'enzyme bêta- galactosidase, nécessaire pour digérer le lactose, devient iso-fonctionnelle. Cela a pour effet des douleurs abdominales, des gaz et/ou des diarrhées lors d'une consommation de lait, voire des réactions cutanées (irritations, rougeurs ou boutons). Des chercheurs ont réussi à démontrer que l'ingestion de yaourt, plutôt que du lait, diminuait la production d'hydrogène et atténuait les symptômes. Cet effet est associé aux bactéries vivantes qui, lors de la fermentation du yaourt, consomment une grande partie du lactose présent dans le lait pour le transformer en glucose et en galactose et produire de l'acide lactique ou L-lactate qui n'entraîne pas de symptômes. La teneur en enzyme aide également à la digestion du lactose dans les intestins.

Enfin, la texture du yaourt et sa viscosité permettent un transit plus lent, laissant plus de temps aux enzymes pour la digestion. Dans la médecine persane, cet effet du yaourt est connu depuis longtemps. L'association yaourt-riz bouilli ("katé-mâst") pour le traitement des diarrhées aiguës est utilisée de manière ancestrale.

Dans les cas d'allergie aux protéines du lait, quelques articles font état d'une induction de la tolérance grâce à l'introduction de doses croissantes de protéines de lait dans l'alimentation. La quantité de lait consommée est au départ infime, et augmente petit à petit. Cette « guérison » n'est possible que chez des enfants tolérant la dose minimale du départ, et n'est pas automatique. En outre, les personnes allergiques aux protéines de lait ayant acquis une tolérance doivent continuer à consommer des produits laitiers, sinon la tolérance disparaît.

II-4-4- Guérison de diarrhées

Le yaourt est un pro-biotique car il diminue la durée de certains types de diarrhées, en particulier chez l'enfant. L'Organisation Mondiale de la Santé recommande de remplacer le lait par le yaourt, dans la mesure du possible, au cours du traitement de la diarrhée car il est mieux toléré que le lait et peut contribuer à la prévention de la malnutrition ou à rétablir une nutrition suffisante.

II-4-5- Incidence sur les risques de cancer

Une étude épidémiologique récente conduite en France a montré que les personnes consommant du yaourt présentent un risque plus faible de développer des adénomes colorectaux importants mais une autre montre une augmentation des cancers de la prostate.

II-4-6- Taux de cholestérol dans le sang

Des études ont montré que la consommation régulière de yaourt n'augmente pas la concentration plasmatique en cholestérol.

II-5- Conservation

Dans les conditions d'hygiène strictes, ces produits peuvent se conserver environ (3) trois semaines sous réserve d'être maintenus au froid (0 - 4°C). Au cours de la commercialisation, la température ne doit pas excéder 8°C. Dans les pays où la chaîne du froid du fabricant au consommateur n'existe pas, les délais de distribution et de consommation doivent être beaucoup plus courts. Si le maintien des yaourts au froid empêche la multiplication bactérienne, il n'arrête pas complètement leur activité métabolique. Bien que lente, la production d'acide lactique se produit, des enzymes hydrolysent les protéines avec comme conséquences, une diminution de la fermeté et la viscosité et l'apparition des peptides à goût amer [Basic, J. *et al.*, 1999].

II-6-Technologie du yaourt

II-6-1- Historique

Les écrits les plus anciens relatifs aux yaourts sont attribués à Pline l'Ancien, celui-ci ayant remarqué que certaines tribus savaient « épaissir le lait en une matière d'une agréable acidité » [Anonyme, 2012].

Les techniques anciennes utilisées dans certaines régions consistent à fermenter le lait par un va-et vient de ce dernier dans un « sac » de peau de mouton voire de chèvre. Il existe des preuves de l'existence de produits laitiers fermentés dans un but alimentaire depuis au moins le III^e millénaire av. J.-C.. Les premiers yaourts résultent probablement d'une fermentation spontanée, peut-être au contact des bactéries sauvages résidant à l'intérieur des sacs de peau de chèvre utilisés pour le transport du lait.

Le yaourt fait sa première apparition en France grâce à François I^{er}, qui souffrait de problèmes digestifs, et qui aurait guéri de désordres intestinaux grâce à un yaourt à base de lait de brebis préparé par un médecin turc.

À la fin du XIX^e siècle, le bactériologiste russe **Élie Metchnikoff**, Prix Nobel de physiologie et médecine en 1908, s'interroge sur le lien attribuant au yaourt la longévité des montagnards en Bulgarie. Il découvrit les effets positifs du yaourt sur les désordres intestinaux des nourrissons.

Le même auteur indique que le Bulgare **Stamen Grigorov**, quant à lui, découvre en 1905 la bactérie *Lactobacillus bulgaricus* qui donne l'acidité au yaourt. C'est en 1912 à Paris qu'un industriel du nom d'Aram Deukmedjian introduit la fabrication du yaourt, c'est à Barcelone qu'elle se répand le plus rapidement à partir de 1919. La famille Carasso ouvre un atelier de fabrication en utilisant des ferments issus de l'Institut Pasteur. Les yaourts ainsi produits sont vendus dans des pharmacies dans des pots en porcelaine. Ils portent le nom Danone, inspiré de Danon, diminutif

affectueux donné par Isaac Carasso à son fils Daniel. Ce dernier fonde en 1929 la Société parisienne du yoghourt Danone à Paris. Il y installe une première boutique et lance le premier yaourt aux fruits en 1937. Dans les années cinquante, les yaourts parfumés sont vendus dans des pots en carton. En 1963, c'est au tour du yaourt brassé auquel seront ajoutés des fruits l'année suivante.

La marque Danone fait également une percée aux États-Unis sous le nom de *Dannon*. La fabrication du yaourt y est également reprise par la compagnie General Mills.

II-6-2- Diagramme de fabrication Industriel

Bien qu'il existe plusieurs types de yogourt de fabrication industrielle (ferme, brassé, fruits mélangés, fruits non mélangés), le mélange de base de ces produits demeure essentiellement le même [Anonyme, 2011]. Il consiste en un volume déterminé de lait frais, entier ou partiellement écrémé, de bonne qualité bactériologique, exempt d'antibiotique et autres agents antimicrobiens, qu'on enrichit légèrement en extrait sec par l'une ou l'autre des techniques suivantes :

- addition de poudre de lait entier ou écrémé;
- addition de lait concentré par évaporation ou par osmose ;
- addition de retentas de lait ou de lactosérum ;
- concentration directe par évaporation, osmose inverse ;

La teneur en extrait sec total est ajustée entre 12 et 15% selon la texture visée. Au cours du préchauffage du produit, on ajoute généralement un agent stabilisant comme la gélatine et/ou la pectine. Le produit subit ensuite successivement une homogénéisation et une hyper-pasteurisation : dans cette dernière opération, les conditions de chauffage sont extrêmes : 85°C/ 30 min et ont pour principale fonction de préparer le produit en vue d'obtenir une texture plus épaisse et plus onctueuse.

Après avoir refroidi le mélange à 44 - 46°C, l'inoculum de cultures de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à des proportions voisines de 1:1 est ajouté à un taux d'inoculation de 1,5 à 2,5% (v/v). D'autres souches peuvent aussi être ajoutées dans des proportions variables, généralement inférieures aux deux précédentes, pour donner au yaourt certaines caractéristiques texturales et gustatives particulières. Il est préférable, en laboratoire, de cultiver et de conserver séparément les souches utilisées, en vue d'un meilleur équilibre dans le produit.

Après une période d'incubation plus ou moins poussée, soit de 2 à 6 heures selon le degré d'acidification visé et l'importance de l'inoculum utilisé, le produit, s'il n'est pas déjà dans le contenant, est homogénéisé au moyen d'une lisseuse avant de le mélanger à différents ingrédients (fruits, céréales, agents stabilisants) et de procéder à l'emballage.

Il est ensuite placé au réfrigérateur à une température de 4°C pour ralentir

l'action bactérienne et lui assurer une durée de conservation possiblement de l'ordre de 30 jours. Le même auteur indique que plusieurs variantes peuvent aussi être introduites pour donner naissance à divers types de produits. En plus de ses formes classiques de préparation et de présentation, comme ferme ou brassé, nature ou aux fruits, le yaourt peut se retrouver congelé, à l'état liquide comme boisson, pasteurisé, stérilisé et à basse teneur en calories. Même si la formulation de tels produits subit quelques modifications soit par l'addition d'extrait sec de lactosérum ou par écrémage, ces formes de yaourt demeurent toujours des produits laitiers fermentés essentiellement par deux bactéries thermophiles : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. La figure suivante donne plus de détails sur les procédés de fabrication des 2 principaux yaourts : Ferme et brassé.

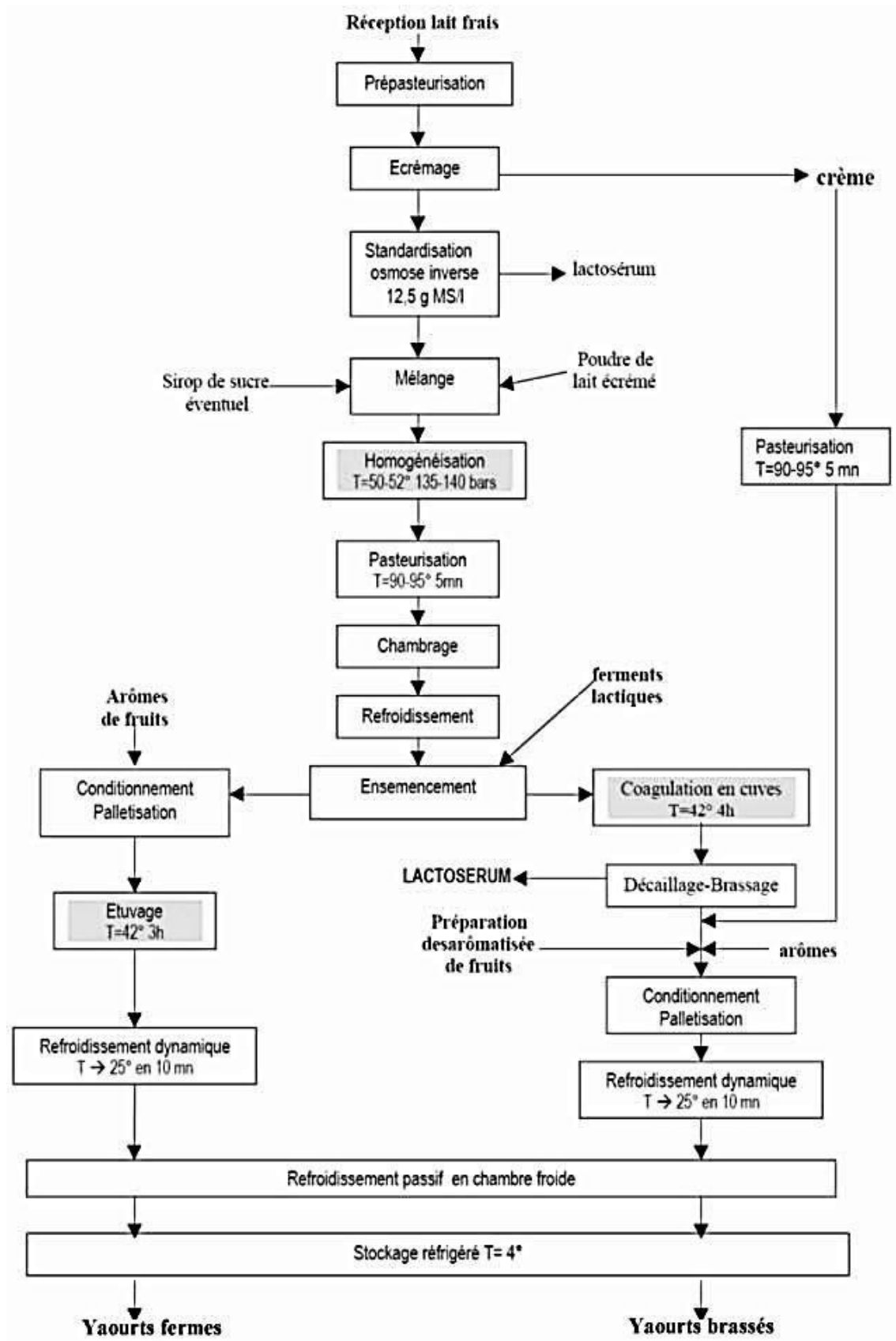


Figure 1: procédé de fabrication du yaourt.

II-6-3- Artisanal

Anonyme (2011), affirme que pour le yaourt artisanal, tous les manufacturiers de yaourtières et de cultures lactiques à yaourt proposent des recettes qui, à quelques variantes près, se résument à ce qui suit :

- Utiliser au départ du lait frais entier ou partiellement écrémé, après l'avoir enrichi de 3 à 5% de poudre de lait écrémé; le lait U.H.T peut aussi être utilisé ;
- Chauffer le mélange à 85°C pendant 30 minutes environ ou alternativement jusqu'au point d'ébullition ;
- Refroidir jusqu'à 44-46°C ;
- Inoculer directement avec un ferment en poudre (sachets), selon les directives du fabricant ou encore à partir d'un yogourt commercial de fabrication récente à un taux de 2 à 3% (v/v).
- Incuber sans agiter pendant 4 à 6 heures dans un contenant qui permettra de maintenir la température au-dessus de 42°C.

La texture et le goût désirés étant obtenus, refroidir à 4°C dans le réfrigérateur. Fruits et autres ingrédients peuvent être ajoutés au moment de consommer le produit.

Partie 2 :
Matériels et
méthodes

III-Matériels et méthodes

III-1-Présentation de l'entreprise

La laiterie et fromagerie de Boudouaou (LFB) est une filiale du groupe industriel des productions laitières (GIPLAIT). L'unité mère est située à Boudouaou et l'autre est située à Rouiba. Cette dernière alimente en lait pasteurisé les communes de Boudouaou, Boumerdes et l'est de la wilaya d'Alger.

L'usine mère a été inaugurée en 1978 sur une superficie qui s'étale sur 8000 hectares. Sa capacité de production de lait pasteurisé avoisine les 400000 litres/jour, l'usine contient aussi une unité de production des différents fromages. Celle de Rouïba, là où on a effectué notre stage, est une ancienne propriété privée, qui est en arrêt de production depuis dix ans. Elle a été acquise pendant le mois d'aout 2014, elle représente le succès des cadres de cette entreprise puisque c'est la première fois en Algérie qu'une entreprise publique achète une usine privée et avec ses propres fonds.

L'usine est bâtie sur une superficie de 7000 hectares dans la zone industrielle de Rouïba. Pour une capacité de production de 400000 litres/jour, elle est dotée d'une installation automatisée qui a été mise à épreuve après des nombreuses années d'arrêt de production. Après des travaux de maintenance, l'usine a été remise en service en janvier 2015 avec une cadence de production qui avoisine les 102000 litres/jours.

L'unité de Rouiba lance un projet de production du yaourt, ce projet qui est en phase d'installation doit répondre à une capacité de pots par jours

III-2- Objectif de l'étude

L'objectif de ce travail a été d'apporter des améliorations dans la technique de fabrication du yaourt pratiquée dans l'unité de production LFB de Rouiba afin que les yaourts produits soient de bonne qualité pour le bien être des consommateurs.

Pour l'atteinte de cet objectif, la méthodologie ci-après a été adoptée :

- 1- Consultation des cadres et analyse des archives.
- 2- Enquête auprès des producteurs.
- 3- Pratique de fabrication du yaourt dans les unités de production.
- 4- Evaluation de la pratique de fabrication locale.
- 5- Récapitulation des défaillances rencontrées.
- 6- Amélioration de la technique de fabrication.
- 7- Evaluation de la pratique améliorée.
- 8- Proposition de mesures correctives.

III-2-1- Consultation des cadres et analyse des archives

Nous avons commencé le travail par un entretien avec les cadres du service technologie et contrôle de qualité pour recueillir des informations relatives à la

production du yaourt dans les unités sélectionnées. Puis nous avons exploité les documents du dit service qui ont été mis à notre disposition afin de rechercher des données chiffrées relatives à notre thème.

III-2-2- Enquête auprès des producteurs

Nous avons mené des enquêtes auprès des producteurs, nous avons visité les lieux de production et posé des questions préétablies sur une fiche d'enquête (voir annexe 1) aux producteurs pour obtenir des informations concernant le diagramme de fabrication, la méthode appliquée et les ingrédients utilisés.

III-2-3- Pratique de fabrication du yaourt dans les unités

Nous avons participé à des séances de travail pour connaître les techniques de fabrication du yaourt, puis nous nous sommes procurés du diagramme de fabrication utilisé par les producteurs et nous avons répertorié les défaillances au niveau de l'hygiène et de la technologie.

III-2-4- Evaluation de la pratique de fabrication

Nous avons fait une appréciation du produit fini et des étapes du diagramme utilisé par les producteurs.

III-2-5- Récapitulation des défaillances rencontrées

Nous avons fait le recensement des insuffisances observées au cours de la pratique de fabrication du yaourt avec les producteurs à tous les niveaux de la chaîne de fabrication.

III-2-6- Amélioration de la technique de fabrication

Après l'évaluation de la pratique de fabrication, nous avons apporté des améliorations dans la technique de fabrication du yaourt en utilisant un diagramme amélioré et en respectant les règles d'hygiène lors de la fabrication.

III-2-7- Evaluation de la pratique améliorée

Nous avons fait une appréciation des travaux de la pratique d'amélioration de la technique de fabrication du yaourt à tous les niveaux de la chaîne de fabrication.

III-2-8- Proposition de mesures correctives

A l'issue des résultats obtenus au cours de notre travail, nous avons fait des recommandations dans le but d'améliorer la technique de fabrication du yaourt pratiquée dans la Commune de Rouiba afin que le producteur fabrique un yaourt de qualité appréciable.

Partie 3 :
RESULTATS ET
DISCUSSIONS

IV-Résultats et discussions

IV-1-De la consultation des cadres et analyse des archives

La consultation des cadres a permis de savoir qu'il y a des producteurs de yaourt implantés en Algérie dont la production est purement industrielle. L'analyse des archives ne nous a pas fourni de données chiffrées sur le nombre de producteurs exerçant sur le territoire Algériens.

IV-2-De l'enquête auprès des producteurs

Nous avons mené une enquête auprès des producteurs pour visiter les lieux de production puis nous avons posé des questions préétablies sur une fiche aux producteurs (voir annexe 1):

IV-2-1- Auprès de Danone

Nous n'avons pas eu l'occasion de visiter son lieu de production qui est situé à Béjaïa et Blida, une très grande usine équipée de matériels de haute technologie, nous avons consulté des documents, ce qui nous a permis de savoir qu'elle a commencé la fabrication du yaourt dans la Commune d'Akbou wilaya de Béjaïa, le matériel qu'elle utilise est de haute technologie et qui sont adéquats pour la fabrication du yaourt. Les ingrédients qu'elle utilise, sont le lait en poudre plus le lait cru, le ferment (yaourt préfabriqué), le sucre et l'arôme, colorants et fruits. La reconstitution étant une étape importante, elle est bien réalisée, l'incubation se fait à une température (38- 40°C).

IV-2-2- Auprès de Soummam

L'unité Soummam a été créée en 1993, la plus grande laiterie en Algérie, dont la capacité de production est plus de 2000 tonnes par jours dont 104 variétés et 11 familles de produits, en juin 2017, ils ont ouvert la 3^{ème} ligne de production, et ils ont essayé d'aller jusqu'à 6 mois de conservation.

Son objectif est de satisfaire le marché national, ils ont un réseau de distribution qui couvre les 48 wilayas. Ils sont orientés vers l'exportation en visant le marché africain,

Certifié avec tous les certificats existants sur le domaine agro-alimentaire, Soummam a un pouvoir de concurrence à échelle internationale si la politique économique va dans le sens de la promotion de la production nationale à l'intérieur et à l'extérieur. Aujourd'hui Soummam a 4 centres de collecte bien équipés.

IV-2-3-Auprès de LFB

Tableau 4 : Situation de la production et de la vente du yaourt.

N°	Producteurs	Lieux de production	Production moyenne/jour	Nombre de pots de yaourt moyenne vendu/jours
1	LFB	Rouiba (la zone industrielle)	$21000^1 * 24 = 504000^2$	-
2	SOMMAM	Béjaia	8000000^3	6000000
3	DANONE	Béjaia + Blida	4000000^4	3000000
Total			12050400	9000000

Il ressort de ce tableau que la production du yaourt au niveau du LFB en moyenne est relativement faible par rapport aux deux autres unités (Danone et Soummam) ce qui est clair d'une part à la limitation des moyens financiers et techniques existants au niveau du LFB, et d'autre part à la faible taille de la clientèle dont la majorité vont s'orienter à consommer les yaourts Danone et Soummam.

IV 3-De la Pratique de fabrication du yaourt dans la Commune de Rouiba

Dans le souci d'améliorer la technique de fabrication du yaourt dans l'unité de production de Rouiba, nous avons participé à des séances d'essais de fabrication au niveau du laboratoire. Cela nous a permis d'une part de connaître leur diagramme de fabrication et d'autre part de faire une appréciation de celui-ci qui se schématise comme suit (voir figure 2) : A la réception du lait en poudre, on procède à un examen organoleptique du lait en poudre puis à la reconstitution avec de l'eau (Pasteurisation 90 °C pdt 5min), après on ensemence avec des ferments lactiques à 6 °C. On passe à l'incubation du produit dans un endroit, à l'abri de la lumière, après on refroidi à T de 10°C et Stocker le produit dans à chambre froide du 4 à 6 °C, puis on procède à la mise en pots ensuite à la réfrigération du produits fini.

¹ Donné à l'unité

² Calculé si la production est continue

³ Site internet DK NEWS

⁴ Site liberte-algerie

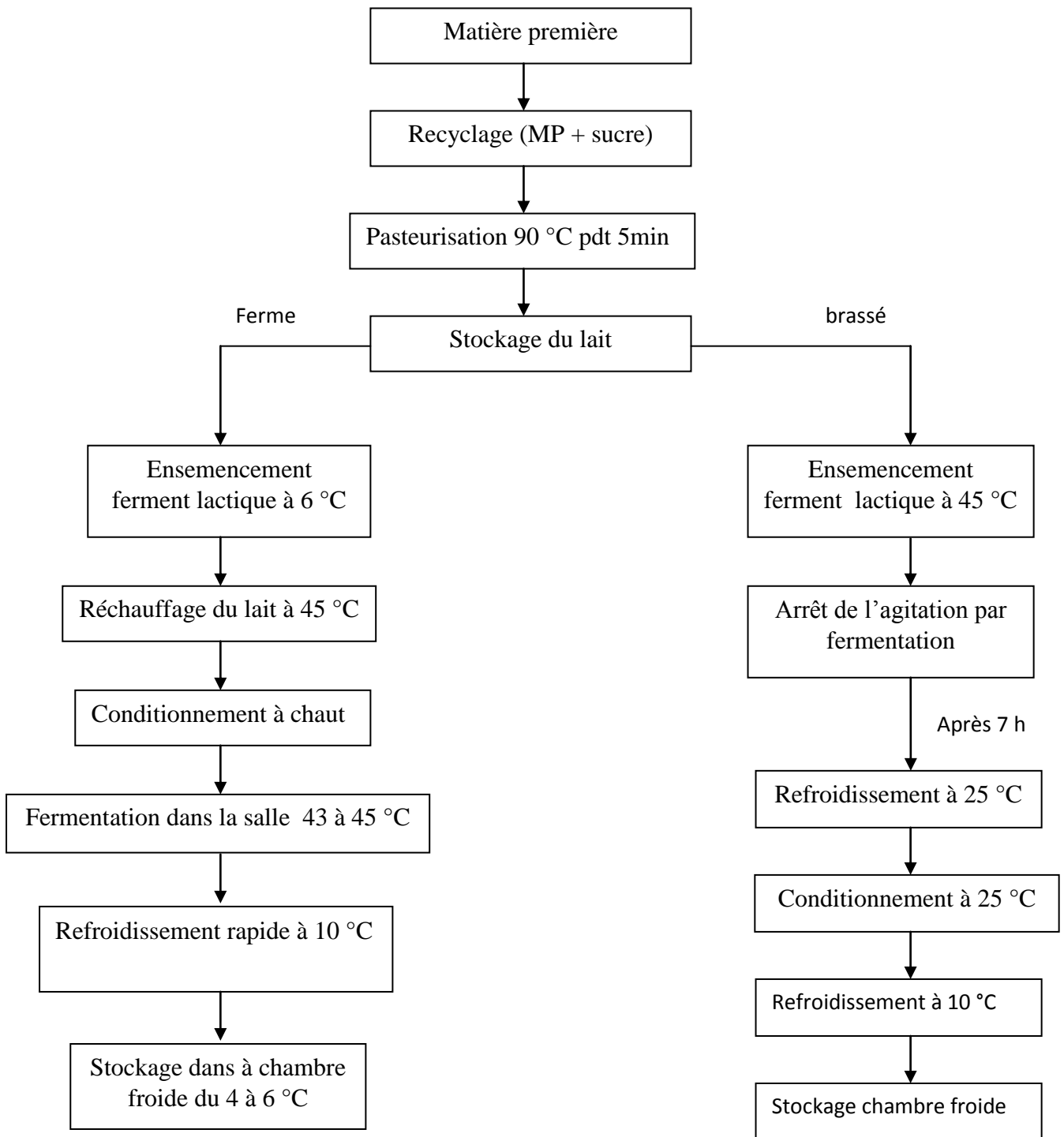


Figure 2 : Diagramme de fabrication de yaourt ferme et brassé

Il ressort de ce diagramme que toutes les étapes de fabrication du yaourt sont réalisées. Cependant elles demeurent mal exécutées comme la reconstitution qu'ils font à un % inconnu et l'incubation qu'ils font à une température relativement élevée 43-45°C pour un temps assez long 8-12 heures. D'autres étapes comme l'ajout de l'arôme ne sont pas aussi réalisés à temps. Tous ce qui contribue à l'obtention d'un produit de qualité moindre.

IV-4-De l'évaluation de la pratique de fabrication

Pour apprécier la qualité du produit fini fabriqué par les producteurs, nous avons procédé à une évaluation de cette pratique dont les résultats sont consignés dans le tableau 2 :

Tableau 5 : Résultats de l'évaluation de la pratique de fabrication du yaourt.

	Produceurs	Reconstitution		Incubation		Apréciation organoléptique du produit fini	
		Quantité de lait en poudre en Kg	Quantité de lait cru (L/j)	T °C	Temps (h)		
1	LFB	1411,2	0	43-45 °C	6	Couleur :	Blanc
						Odeur :	-
						Consistance :	Moins agréable
						Saveur :	piquante
2	SOMMAM	22400	500000 ⁽⁵⁾	38-42 °C	4	Couleur :	Selon le colorant
						Odeur :	Selon l'arome
						Consistance :	agréable
						Saveur :	bonne
3	DANONE	11100	200000	38-42 °C	4	Couleur :	Selon le colorant
						Odeur :	Selon l'arome
						Consistance :	agréable
						Saveur :	bonne

⁽⁵⁾ Site L'Econews

Il ressort de ce tableau que les qualités organoleptiques du produit fini obtenu du diagramme de l'unité de production est peu satisfaisant, ce qui serait due au non-respect des principes de l'exécution de certaines phases de la fabrication : Ajout de beaucoup d'eau 8-15 litres pour 1-2 kg de lait en poudre selon le producteur, incubation à une température relativement élevée. Ce qui permet d'avoir un produit fini dans un temps relativement long.

IV-5-De la récapitulation des défaillances rencontrées

Dans le but d'améliorer la technique de fabrication existante, nous avons récapitulé les insuffisances constatées lors de la pratique de fabrication du yaourt auprès de LFB dont les résultats sont consignés dans le tableau 3:

Tableau 6 : Récapitulatif des défaillances rencontrées.

Niveaux	Défaillances rencontrées
Producteur	LFB
Lieux de production et matériels	-Le matériel est ancien car la laiterie a été acquise pendant plusieurs années ; Le matériel est assez peu (une seule conditionneuse) ; Manque d'une boîte automatique consistante (la chaîne est semi-automatique) ; La chaîne n'est pas indépendante (chaîne reliée à la chaîne de lait) ; La surface est petite ; Manque d'hygiène ;
Production et conditionnement	La chaîne de production est courte, basée sur une chaîne de production du lait ; Le laboratoire est celui réservé au production du lait ; Le conditionnement se fait par une seule conditionneuse, ce qui permet l'arrêt de la production en cas d'une panne ;
Stockage et vente	La salle du stockage est petite ; La faible capacité du stockage par rapport à la production ;

L'analyse de ce tableau montre que les défaillances sont rencontrées à tous les niveaux de la production du yaourt dans l'unité de production du yaourt LFB Rouiba, ce qui pourrait contribuer à la baisse des qualités marchande, sanitaire et hygiénique du produit et nécessite donc une attention particulière des services compétents à l'occurrence du service de contrôle qualité et normes pour envisager des mesures permettant de corriger ces défaillances.

IV-6-De l'amélioration de la technique de fabrication

Après récapitulatif des défaillances rencontrées à la pratique de fabrication, nous avons procédé à des séances de fabrication avec le diagramme amélioré qui se schématise comme suit :

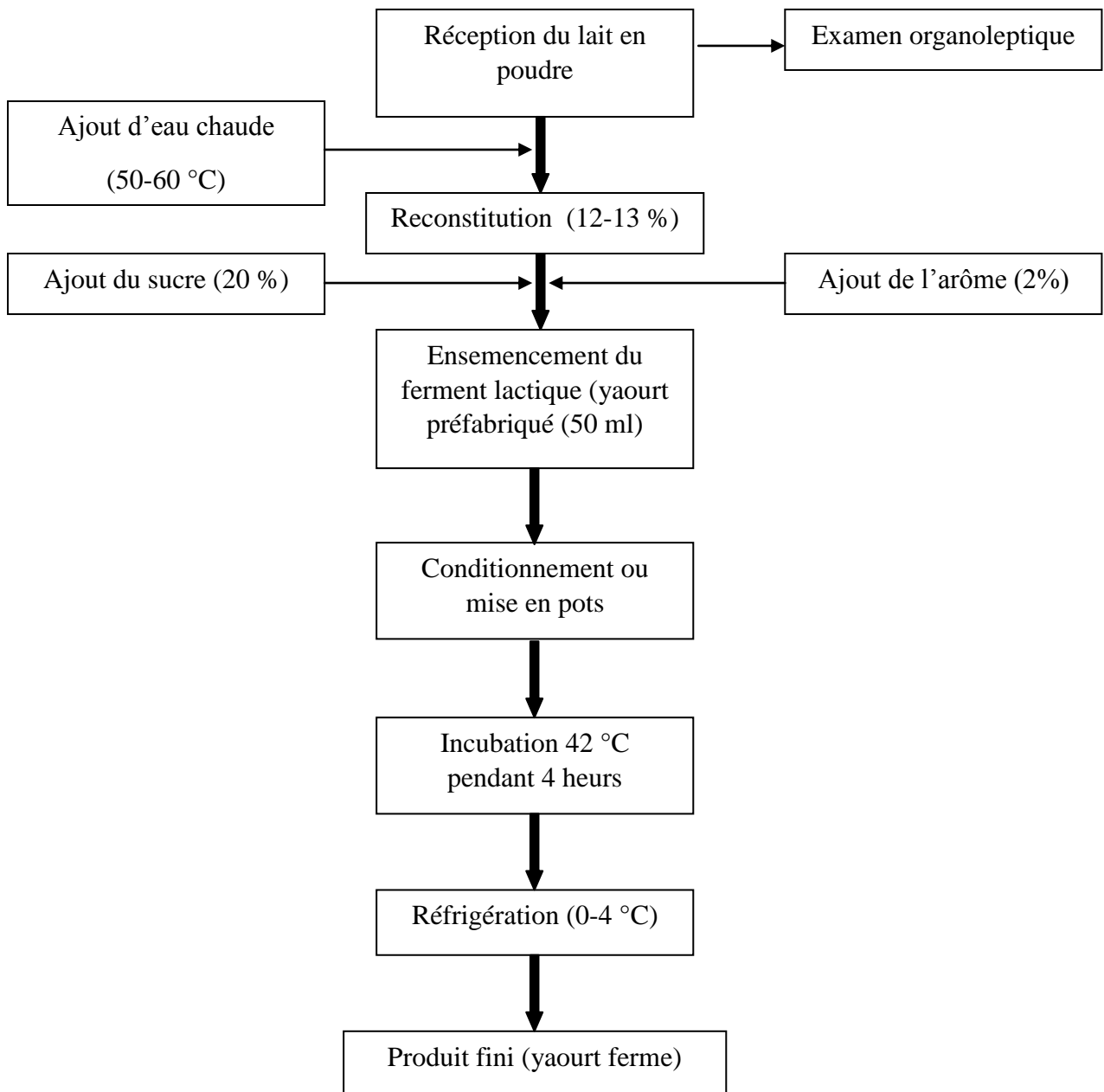


Figure 3 : Diagramme de fabrication amélioré.

Après examen organoleptique du lait en poudre à la réception, on a procédé à la reconstitution à 12 % dans de l'eau chaude à 50-60°C.

Cette étape tient lieu à la pasteurisation et permet de détruire les éventuels microorganismes qui s'y trouvent, on ajoute le sucre en même temps pour donner le goût et inhiber la croissance de certains microbes et l'arôme pour la saveur.

Ensuite on ensemence avec du yaourt préfabriqué qui renferme des ferments lactiques (*Streptococcus lactique* et *Lactobacillus bulgaricus*) responsable de la fermentation lactique. Puis on procède à la mise en pots du yaourt ou conditionnement. L'incubation se déroule à la température de 42°C pendant 3 à 4 heures, condition favorable à la fermentation. A la fin de l'incubation, on fait une réfrigération à 4°C.

Il ressort clairement de ce diagramme que pour l'obtention d'un yaourt de bonne qualité. Toutes les étapes sont réalisées avec strict respect des principes d'exécution et de façon chronologique: reconstitution avec de l'eau chaude 12 à 13 %, ajout de l'arôme et du sucre pendant la reconstitution, incubation à 42°C pendant 4h, pour ne citer que ceux-ci.

IV 7-De l'évaluation de la pratique améliorée

Pour apprécier la pratique améliorée de fabrication, nous avons effectué une évaluation dont les résultats sont consignés dans le tableau 4:

Tableau 7: Résultats de l'évaluation de la pratique améliorée avec les producteurs.

Reconstitution		Incubation		Appréciation organoleptique du produit fini :
Quantité de lait en poudre (Kg)	Quantité de lait cru utilisée (kg)	T °C	Temps en heure	
0,3	0,7	40	4	Couleur : blanchâtre
				Odeur : agréable
				Consistance : compacte
				Saveur: douce

Les résultats de ce tableau montrent que les caractéristiques organoleptiques du yaourt obtenu de la pratique améliorée reflètent celles d'un produit de qualité satisfaisante. Ce qui expliquerait le respect strict du diagramme de fabrication et de l'application correcte des mesures hygiéniques qui l'accompagnent.

IV-8-De la Proposition des mesures correctives

Pour garantir la fabrication d'un yaourt de qualité, nous avons proposé d'après nos constats, une série de mesures correctives dressées dans le tableau 5:

Nous espérons que si toutes ces mesures hygiéniques et sanitaires sont parfaitement appliquées par l'unité de production LFB, les yaourts produits seront sains et de bonne qualité pour le bien être des consommateurs.

Tableau 8 : Mesure correctifs proposés

	Constats	Mesures à appliquer	Période d'exécution	Exécutants	Responsables
1	Insuffisance d'hygiène	Respecter l'hygiène	A tout moment	Producteurs	Technologue
2	Défaillance du diagramme de l'unité LFB	Utiliser un diagramme standard	Pendant la production	Producteurs	Technologue
3	Non sensibilisation des producteurs de l'unité sur le respect des conditions de production	Sensibiliser les producteurs de l'unité sur le respect des conditions de production	A tout moment	Section contrôle de qualité et norme	Ministère du commerce
4	Lieu de production non approprié	Aménager le lieu de production	Pendant la production	Producteurs	Technologue
5	Défaut de conservation du yaourt	Respecter les normes de conservation	A tout moment	Producteurs	Technologue
6	Manque de contrôle du yaourt pendant la production et la vente	Contrôler régulièrement le yaourt	Pendant la production et la vente	Contrôleurs de qualité	Service contrôle de qualité
7	Insuffisance de la fourniture du courant électrique	Fournir régulièrement le courant électrique	A tout moment	SONELGAZ de Rouiba	Ministère de l'énergie

Conclusion

Au terme de nos investigations sur le thème «*Amélioration de la technique de fabrication du yaourt pratiquée dans l'unité de production LFB de ROUIBA* », il ressort que les producteurs de yaourt de l'unité LFB ne disposent pas des moyens suffisants, leur permettant de faire une production répondant aux normes de qualité et n'exécutent pas correctement certaines étapes de la production du yaourt. Ils négligent souvent les règles hygiéniques liées à la production et la vente.

La production du yaourt dans Le LFB Rouiba est caractérisé par :

- Le manque d'information et de formation du producteur de l'unité sur les nouvelles méthodes de fabrication du yaourt ;
- Le manque d'information des producteurs sur les bonnes pratiques d'hygiène à respecter lors de la fabrication ;
- L'utilisation de matériel inadéquat pour la fabrication du yaourt ;
- Le non aménagement et l'insalubrité des lieux de fabrication;
- Les conditions d'incubation défavorable à la fermentation du produit;
- Les étapes de la fabrication du yaourt sont mal exécuté ;
- Insuffisance de la fourniture du courant électrique pour faire la réfrigération du produit fini ;

Au terme de notre étude et au regard des différents résultats obtenus, nous suggérons:

- La formation et la sensibilisation des producteurs sur les bonnes pratiques d'hygiènes et sur les nouvelles méthodes de fabrications;
- L'aménagement et l'équipement des lieux de production;
- Le respect strict des étapes de fabrication du yaourt ;
- La conservation du yaourt dans des réfrigérateurs;
- La fourniture régulière du courant électrique ;
- Le déploiement constant des technologues sur les points de vente et de production;

Nous avons certes abordés beaucoup d'aspects importants de ce mémoire, mais certaines insuffisances liées entre autres : à notre jeune expérience en matière de recherche scientifiques et à nos faibles moyens financiers ont constituées des facteurs limitants.

C'est pour toutes ces raisons, que nous n'avons pas la prétention d'avoir traité ce thème à la hauteur de nos ambitions, toute fois nous espérons qu'après les critiques et amendements il servira de référence aux futurs chercheurs qui voudront œuvrer pour l'amélioration de la qualité des produits laitiers en général et du yaourt en particulier, en vue de protéger la santé du consommateur .

Pour ce fait, nous souhaitons que ce travail soit poursuivi par d'autres chercheurs et les entreprises du domaine alimentaires de la place pour une meilleure garantie de la santé des consommateurs. Car il faut œuvrer non seulement pour l'autosuffisance alimentaire, mais aussi pour la qualité de ce que l'on produit.

ANNEXES

FICHE D'ENQUETE

Nom :

Date :

Lieu de production :

Produisez-vous du yaourt?

OUI

NON

Depuis quand fabriquez-vous le yaourt?

Quel est le matériel utilisé lors de fabrication du yaourt?

Quel sont les ingrédients utilisés lors de la fabrication du yaourt?

Comment préparez-vous votre yaourt?

Comment faites-vous l'incubation?

Quel est le type de ferments utilisez-vous?

Comment conservez-vous le yaourt?

Étiquetez-vous votre yaourt? OUI NON

Pourquoi vous n'étiquetez-vous pas ?

Ignorance

Négligeage

coût élevé

L'enquêteur

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme (1973)**, FAO/OMS Codex Alimentarius code de principe concernant le lait et les produits laitiers. Projet de norme pour le yaourt et le yaourt sucré P : 88.
- Allais, C. (1984)**, Science du lait principes des techniques laitière Paris 4^{ème} édition SEPAIC p814.
- Adrian J et Lepen B ; (1987)** Le lactose *in* : le lait matière première de l'industrie laitière, 99-107, NRA-CEPIL ; Paris.
- Anonyme(2012)**,<http://www.planestocope.com/produitslaitiers/consommationdesyaourts>.
- Anonyme (2012)**,<http://fr.wikipedia.org/wiki/Yaourt>.
- Anonyme (2011)**,<http://www.azaquar.com/doc/technologie-de-fabrication-du-yaourt>.
- Anonyme (2011)**, <http://www.dissertationsgratuites.com/dissertations/La-Composition-Du-Yaourt/121305.html>.
- Armor Marnissi (2004)**, influence de la durée de réfrigération du lait cru sur l'évolution de principale caractéristique physico-chimique, biochimique, technologique et sensorielle au corps de la manipulation d'un fromage semi industriel de type camembert Rome, p72.
- Bachir Niang, Kadim Seye, Karine Akoumbou (2005)**, annuaire des statistiques du commerce extérieur 2006 (Direction de la Statistique et de la Démographie du Sénégal) p: 7-8.
- Basic J.L. Kurman, J.A. (1978)**, yogurt scientific grounds technology, manufacture and preparation, Copenhagen technical diary house 428p.
- Dilon J.C. (2005)**, place du lait dans l'alimentation humaine en région chaude (INAPG Agro Paris Tech.) p : 5.
- Dupont C. Rozier J. (2007)**, utilisation d'un lait fermenté en poudre chez l'enfant malnutri ou intolérant au lactose presse Med.15. 700-704.édition CAHI.
- Gourseaud, J. (1985)**, laits de vache. Composition et propriété physico-chimique. Laits et produit laitière vache, brebis, chèvre, 1,1-55 tec et doc Lavoisier, Paris France P : 87.
- Guyeral(2002)**, lait et produits laitiers. Edt INRA P : 99.
- Gourseaud, J. (2000)**, composition de lait et potentialité technique Rév. Industrie, alimentaire et agriculture p 14, 27, 31.
- Jouzier, X. Gourseaud, J. et Cohen Morel, E. (1984)**, Manuel de référence pour la qualité du lait. Paris CIDIL FNPL P.199.
- Lamoureux L. (2000)**. Exploitation de l'activité β - galactosidase de culture de bifidobacteries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Memoire de maîtrise, Université de Laval, Canada.
- Laurence Audenet, V. et Cohen Maurel, E. (2004)**, conserve traditionnelle et fermière Paris édition Technique et Documentation-Lavoisier, p633.

- Larpent (1990)**, le lait et produits laitiers. Microbiologie alimentaire 2^{ème} volume centre technique et documentation, Paris p259.
- Larpent J. P., Mesclé, J., Cepile, Lenteneur (1987)**, Lait et produits laitiers. Agro Paris tech. P : 20.
- Leonletneur (1999)**, élevage de la vache laitière en milieu tropicale 1^{ème} éd. P : 67.
- Mahaut H. et al. 2000** initiation à la technique fromagère édition tec et doc, P : 1-187.
- Majoub, R. Allais, C et Veisseyre, R. (1993)** : Méthode de conservation et rôle des microorganismes dans les produits laitiers P : 214.
- Meyer, A. (1994)**, cours de microbiologie générale, INRAP. Paris P : 560.
- Malang, S. (1998)**, contrôle de qualité des aliments et analyses microbiologiques 3^{ème} éditions, p 76.
- Mahaut H. et al. 2000** initiation à la technique fromagère édition tec et doc, P : 1-187.
- Potinger (2009)** : les aliments sont les meilleurs médicaments 1^{ère} édition 1986.
- Rolls, A. B et Porter, W. J. (1983)**, les constituants du lait des mammifères INRA. Paris p540.
- Thiaucourt François, Dominique Planchenault (1999)**, Elevage de la vache laitière en zone tropicale. P: 109.