

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



**FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES PHARMACEUTIQUES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

N^o d'ordre :

Série :

Mémoire de Master

Filière : **Génie des Procédés**

Spécialité : **Génie Chimique**

Thème

**Contribution à l'étude d'une éventuelle unité de production
nationale de la poudre de lait**

Dirigé par :

Mme CHIKHI Fouzia

Grade : **Maître de Conférence**

Présenté par :

NOURI Lyli

Année Universitaire 2014/2015

Session : Juin

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Nomenclature	
Introduction générale.....	1

CHAPITRE I

Généralités sur le lait

I .1. Introduction.....	3
I.2. Composition physico-chimique.....	3
I.2.1. Aspect et composition.....	3
I.2.1.1.Eau.....	4
I.2.1.2.Matière grasse.....	5
I.2.1.3.Protéines.....	5
A-Caséines.....	5
B-Protéines du lactosérum.....	5
I.2.1.4.Lactose.....	5
I.2.1.5.Minéraux.....	5
I.2.1.6.Vitamines.....	6
I.3.Propriétés physico-chimiques du lait.....	7
I.3.1.Masse volumique.....	7
I.3.2.Point de congélation.....	7
I.3.3.Point d'ébullition.....	7
I.3.4.Acidité du lait.....	7
I.4.Qualité organoleptique du lait.....	7
I.4.1. La couleur.....	7
I.4.2.L'odeur.....	7
I.4.3.La saveur.....	8

I.5.Composition microbiologique.....	8
I.5.1.Flore indigène ou originelle.....	8
I.5.2.Flore contaminante.....	8
I.5.2.1. Flore d'altération.....	8
I.5.2.2.Flore pathogène.....	9
I.6.Les Laits commercialisés.....	9
I.6.1.Lait pasteurisé.....	9
I.6.1.1.Pasteurisation basse (62-65°C/30min).....	9
I.6.1.2.Pasteurisation haute (71-72°C/15-40s).....	9
I.6.2.Laits stérilisés.....	10
I.6.2.1.Lait stérilisé	10
I.6.2.2.Lait stérilisé UHT.....	10
I.7.Lait en poudre.....	10
I.7.1.Différents usages de la poudre de lait.....	11
I.7.2.Poudre de lait entier.....	11
I.7.3.Poudre de lait instantanée.....	11
I.8. Lait reconstitué.....	12
I.8.1. La reconstitution ou la recombinaison.....	12
I.9.Fabrication de la poudre de lait.....	12
I.9.1.Matière première.....	12
I.9.2.Conditionnement de la poudre de lait.....	12
I.10.Intérêt nutritionnel de lait dans l'alimentation.....	13
I.11.Propriétés chimiques et physiques du lait poudre.....	13
I.12.Production mondiale de produits laitiers.....	14
I.13.Consommation mondiale du lait et des produits laitiers.....	15
I.14.Assise règlementaire algérien relatif au lait de consommation.....	16
I.14.1.Contrôle microbiologique du lait de vache.....	16
I.14.2.Contrôle physico-chimique du lait de vache.....	16
I.14.3.Contrôle microbiologique du lait en poudre.....	16
I.14.4.Contrôle physico-chimique du lait en poudre.....	16

CHAPITRE II

Procédé de fabrication

II.1.Présentation générale des opérations.....	17
II.2.Traitement thermique.....	18
II.2.1.Stérilisation.....	18
II.2.1.1.Destruction des microorganismes par la chaleur.....	18
II.2.1.2.Le modèle cinétique ou modèle primaire.....	19
II.2.1.3.Influence de la température sur la cinétique de destructionmicrobienne...	21
II.2.1.4.Quantification des traitements thermiques.....	22
II.2.1.5.Valeur stérilisatrice	22
II.2.1.6.Traitement thermique à température variable.....	23
II.2.2.Pasteurisation.....	23
II.3.Echangeurs de chaleur.....	24
II.3.1.Différents type d'échangeur.....	24
II.3.1.1.Echangeurs de chaleur à spirales	24
II.3.1.2.Echangeurs de chaleur à surface raclée.....	25
II.3.1.3.Echangeurs de chaleur tubulaire.....	25
II.3.1.4.Echangeurs de chaleur à plaques.....	26
II.3.2. Traitement en vrac	26
II.3.2.1. Système discontinu.....	27
II.3.2.2. Système continu.....	27
II.3.3. Etude théorique.....	28
II.3.3.1. Equation fondamentale.....	28
II.3.3.2. Différence moyenne de la température « Δt_m »	29
II.3.3.3. Evaluation du coefficient d'échange par convection « paroié / fluide ».	30
II.3.3.4.Récupération de chaleur.....	32
II.4.Concentration par évaporation.....	34
II.4.1.Définition.....	34
II.4.2.Principe de l'évaporation sous vide.....	34
II.4.3.Types d'évaporateurs.....	35
II.4.3.1.Evaporateurs à flot grimpant.....	35

II.4.3.2.Evaporateur à flot tombant.....	35
II.4.3.3.Evaporateurs à plaques.....	36
II.4.3.4.Evaporateur multiples effet.....	36
II.5.Séchage.....	37
II.5.1.Objectif du séchage.....	37
II.5.2.Séchage et stabilité du produit.....	37
II.5.3. Méthodes de séparation.....	38
II.5.3.1.Séchage sur cylindres.....	38
II.5.3.2.Séchage par atomisation.....	38
II.5.4.Récupération de chaleur.....	40

CHAPITRE III

Résultats et discussions

III.1. Introduction.....	41
III.2. Qualité du lait de vache.....	41
III.2.1. Contrôle des paramètres physico-chimiques du lait de vache.....	41
III.2.1.1.Détermination de l'acidité titrable (Méthode NA 678).....	42
III.2.1.2.Matière grasse.....	42
III.2.1.3.Densité.....	44
III.2.1.4.Teneur en matière sèche totale.....	45
III.2.1.5.Teneur en matière sèche dégraissée (par calcul).....	46
III.2.2. Contrôle des paramètres microbiologiques.....	46
III.2.3. Résultats d'analyse du lait cru.....	46
III.2.4.Interprétation des résultats.....	50
III.3.Traitement thermique.....	50
III.3.1.Stérilisation.....	50
III.3.2. Dimensionnement de l'échangeur de chaleur.....	52
III.3.2.1.Calcul de la quantité de chaleur échangée.....	54
III.3.2.2.Calcul de rendement.....	54
III.3.2.3.Calcul de la différencede température.....	54
III.3.2.4.Surface d'échange estimé A'	55
III.3.2.5.Estimation du nombre de tubes.....	55

RÉSUMÉ

Ce travail s'est articulé autour de trois axes de recherche, le premier concerne des généralités sur le lait constituant un aliment de première classe dans notre alimentation en passant par l'intérêt nutritionnel et production mondiale vu les différents domaines de son utilisation ; le second c'est la description du procédé de fabrication du lait en poudre à partir du lait de vache et le troisième c'est l'évaluation qualitative sur le plan physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait en poudre mis à la consommation nationale directe ou indirecte en réalisant une simulation sur un pasteurisateur et une application sur un évaporateur. L'ensemble de nos résultats permet d'avoir une connaissance plus ou moins précise sur le procédé de fabrication de cette poudre du lait, et donc notre pays possède les moyens humains et technologiques pour réaliser ce procédé.

Mots clés : Lait – Analyse – Echangeur - Section de récupération - Evaporateur -

الملخص

هذه الدراسة تركز على ثلاث محاور المحور الأول يدور بالعموم حول مادة الحليب باعتباره غذاء من الدرجة الأولى في النظام الغذائي اليومي بالتطرق إلى قيمته الغذائية، إنتاجه العالمي نظرا لاستعمالاته الواسعة , المحور الثاني هو وصف طريقة تصنيع مسحوق الحليب ابتداء من حليب البقرة، بينما المحور الثالث يدور حول التقييم النوعي على المستوى الفيزيوكيميائي و الميكروبيولوجي لحليب البقرة و مسحوق الحليب الموجه للاستهلاك الوطني المباشر و غير المباشر.

الكلمات المفتاحية : حليب – تحليل – مبادل – قسم الاسترجاع - المبخر