

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

**UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE**

**PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTEUR VETERINAIRE**

SOUS LE THEME

**ETUDE D'UNE PRODUCTION DE FROMAGE TYPE CAMEMBERT
DANS UN ATEIER A «SIDI BELABES »**

PRESENTE PAR:

**Mr:
DRAMCHA BENAOUA**

ENCADRE PAR:

**Dr:
AGGAD HBIB**



Dédicace	
Remerciement	
Introduction	03
Partie bibliographique	04
I. Quelques généralités sur le lait.	05
I.1 Définitions :	05
- Définition générale	05
- Définition légale	05
I.2- Composition globale	07
I.3 Composition de la matière sèche.....	08
A- Les glucides	08
B- La matière grasse	08
C- La matière azote.....	09-10
D- La matière saline	11
E- Les gaz dissous	11
II. La microbiologie de lait	11
A- Les bactéries en laiterie	12
- Caractères généraux.....	12
B- Les levures.....	13
C- Les moisissures.....	14
III. Laboratoire d'analyse.....	15
1- les analyses physico-chimiques.....	15
A-Détermination de la densité	15
B-Détermination de l'acidité	15
C-Détermination en teneur matière grasse.....	16
D-Test de caillage.....	16
E-Détermination de l'extrait sec.....	16
F-Détermination de l'indice de réfraction	17
G-Humidité de la poudre	17

H-Turbidité de l'eau.....	17
I-Test de viscosité	18
J-Test d 'amidon.....	18
2- Les analyses bactériologiques	18
A-Détermination des germes	18
B-Recherche des germes nuisibles	19
Ñ Technologie de lait de consommation	19
1-Présentation.....	19
2-Etapes communes	20
- Réception	20
- Clarification	20
- Thermisation	20
- Séparation de la matière grasse.....	21
- Standardisation	22-23
-Pasteurisation.....	24-25
-Homogénéisation	26-27
-Refroidissement	28
-Conditionnement	28
-Type de contenant	28
-Appareil de conditionnement	29
• Fabrication fromagère de type camembert	30
-Procédé de transformation	30
-La coagulation	30
-L'égouttage	31
-L'affinage.....	31
- Technique de salage	32
-En Saumur	32
-A Sec en surface	33
-A Sec dans la masse.....	33
- Affinage.....	33-34

PARTIE PRATIQUE

La fiche technique

I.	Présentation de la filiale.....	38
	A-Historique.....	38
	B-Reforme.....	38
	1-Date	38
	2-Extension	39
	3-Filialisation	39
II.	Situation Géographique	39
III.	Ateliers en production.....	40
IV.	Réalisation en production Agrégats financiers	41
V.	La politique de production locale et collecte de lait cru.....	42
VI.	Personnel et structure.....	43
VII.	Politique de l'environnement	44

LE SUIVI DE TRAVAIL DE L'ATELIER

▪	LE MATERIEL UTILISE POUR L’AFFINAGE	48
	-Tanks.....	48
	-Le matériel de réchauffement.....	49
	-Les moules	50
	-Les cuves.....	51
▪	Liste des tables	52
▪	Liste des figures	53
▪	Listes des références	54

DEDICACE

Je dédie ce travail à tous ce qui m'a encouragé durant la période de la réalisation de ce projet fin d'étude

 *En particulier :*

À ma mère la plus chère à mes yeux pour avoir fait de moi ce que je suis.

À mon père pour son soutien durant mes années d'étude.

Je souhaite que dieu les garde pour moi en pleine santé.

À mes tout mes frères pour leurs intérêts à mon sort.

À toute ma famille « DRAMCHA »

À mes très chers copains sans exception

Merci

Remerciement



Je remercie le dieu le tout puissant de m'avoir donné la volonté pour avoir finir ce travail

Je tiens à remercier tout ce qui m'a aidé à élaborer ce travail

Mon encadreur Mr « AGGAD HEBIB » et les membres jurés

Mr. « AYAD » et Mr. « ABEDELHADI ».

Je remercie plus particulièrement Mr « MAHDI, MOSTEFA, et mêmes mes amis proches GHEZAL, ABED EL HALIM et toutes les personnes de laiterie fromagère de « TESSALA » qui m ont donné toutes les informations nécessaires pour la réalisation mon travail ».



Un grand remerciement pour l institut des sciences vétérinaires « TIARET »

Merci

INTRODUCTION

Le lait est un produit considéré comme un responsable aliment capable d'assurer l'équilibre alimentaire, et fait l'objet d'une industrie destinée à la transformation en divers produits réunis sous l'appellation générique de « produits laitiers » : crème, beurre, yaourt, et les fromages avec ses types.

Le lait et les produits laitiers sont les plus appréciés dans le monde, ils constituent un milieu favorable pour la prolifération des microorganismes indésirables. On cherche à maintenir le plus longtemps possible la qualité de la matière.

Les fromages sont les conserves de lait obtenus par coagulation, égouttage et acidification de la caillé.

En ALGERIE il y a plusieurs ateliers responsables de la production des fromages industriels dans tous ses types.

Pour ce travail de projet fin d'étude on a choisi un atelier à l'OUEST de l'ALGERIE qui s'appelle « TESSALA » située à SIDI BELABBES pour un petit suivi concernant la production de fromage type « CAMEMBERT ».

« Partie bibliographique »

I. Quelques généralités sur le lait :

I-1 Définition :

➤ Définition générale :

Le lait « liquide produit par les mamelles des mammifères femelles, aliment de grande valeur nutritive qui assure, en particulier, la substance du jeune au début de sa vie grâce à sa richesse en graisses émulsionnés (qui lui donne sa couleur blanche), en protides, en lactose, en vitamine et en sels minéraux... »

➤ Définition légale :

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 doit contenir de colostrum.

➤ La production laitière a un aspect saisonnier ; elle est très forte en mai et très faible en novembre. Le lait utilisé à l'Algérie est le lait de vache, ensuite le lait de chèvre consacré surtout à la fabrication du fromage.

II-2 Caractéristiques physico-chimiques :

Le lait est caractérisé par différentes phases en équilibre instable :

- une phase aqueuse contenant en solution des molécules de sucre, des ions et des composés azotés;
- des phases colloïdales instables, constituées de deux types de colloïdes protéiniques;
- des globules gras en émulsion dans la phase aqueuse.

Le lait présente des caractéristiques liées à sa nature biologique, à savoir: variabilité, complexité, hétérogénéité et altérabilité. Les éléments les plus constants de sa composition méritent d'être signalés en premier et, ensuite, les fluctuations rencontrées seront associées aux facteurs qui les engendrent.

Le lait de vache est un liquide opaque de couleur blanche, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotène de sa matière grasse. Sa saveur est douce et son odeur faible, mais identifiable. Le

pH est voisin de la neutralité. Les principales constantes physiques du lait sont reprises au tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache

Constantes		Moyennes	Valeurs extrêmes
Energie	(kcal/litre)	701	587-876
	(MJ/litre)	2 930	2 454-3 662
Densité du lait entier à 20 °C		1,031	1,028-1,033
Densité du lait écrémé		-	1,036
Densité de la matière grasse		-	0,94-0,96
pH à 20°C		6,6	6,6-6,8
Acidité titrable (°Dornic) a		16	15-17
Point de congélation (°C)		-	-0,520-0,550
Chaleur spécifique du lait entier à 15 °C		0,940	-
Chaleur spécifique du lait écrémé à 15 °C		0,945	-
Tension superficielle du lait entier à 15 °C (dynes/cm)		50	47-53
Tension superficielle du lait écrémé à 15 °C (dynes/cm)		55	52-57
Viscosité du lait entier à 20 °C (centpoises)		2,2	-
Viscosité du lait entier à 25 °C (centpoises)		1,8	1,6-2,1

Viscosité du lait écrémé à 20 °C (centpoises)	1,9	-
Conductivité électrique à 25°C (siemens) b	45 x 10 ⁻⁴	40 - 50 x 10 ⁻⁴
Point d'ébullition (°C)	-	100,17-100,15
Potentiel d'oxydoréduction	0,25 V	+0,20-+30
Point de fusion des graisses (°C)	36	26-42

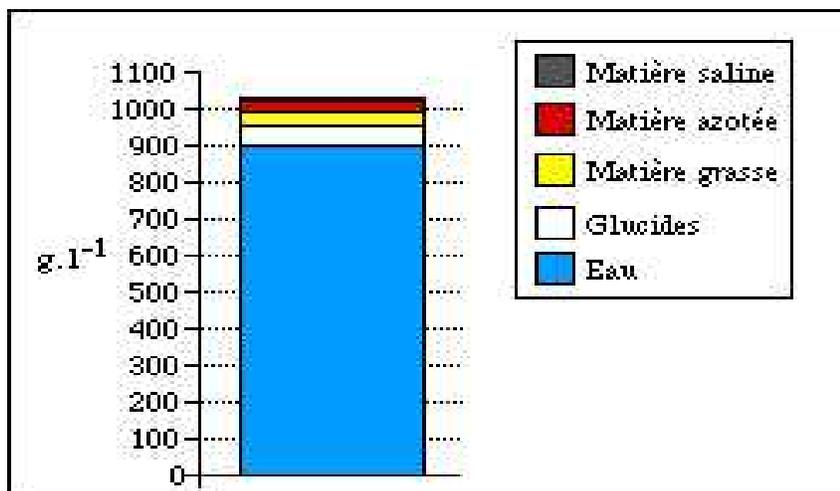
✓ ^a 1° D = 0, 1 g d'acide lactique/litre

✓ ^b Autrefois mhos

I.2 Composition globale :

La composition globale du lait (voir diagramme 1) ne fait apparaître que les grandes catégories de ses constituants et les valeurs données sont des valeurs moyennes. On remarque immédiatement que le constituant principal du lait est l'eau avec 902 g.L⁻¹ tandis que la matière sèche ne représente que 130 g.L⁻¹.

Diagramme 1 : Composition chimique globale du lait (en g par litre de lait)



I. 3 Composition de la matière sèche :

A- Les glucides (49 g.L-1) :

Le sucre principal du lait est le lactose, disaccharide constitué par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. On ne relève que 70 mg.L^{-1} de glucose et 20 mg.L^{-1} de galactose ainsi que des traces d'autres glucides. Le lactose à un faible pouvoir sucrant (indice 17) comparé à ceux du saccharose (indice 100) et du glucose (indice 75).

Le lactose est assimilé après hydrolyse en présence de l'enzyme "lactase" au niveau de l'intestin grêle. Chez les mammifères, la production de lactase cesse entre le sevrage et l'âge adulte. La présence de lactase chez l'homme résulte d'une adaptation apparue avec la domestication du bétail et n'existe de manière généralisée que chez les populations originaires d'Europe du Nord. Les sujets qui ne possèdent plus cette enzyme ne peuvent digérer le lactose, cause alors de troubles intestinaux.

Le lactose est un sucre fermentescible. Il est dégradé en acide lactique (voir par des bactéries lactiques (lactobacilles et streptocoques) ce qui provoque un abaissement du pH du lait entraînant sa coagulation; celle-ci est indispensable pour la fabrication de fromages et de laits fermentés.

B- La matière grasse (35 g.L-1) :

La matière grasse dont la quantité varie en fonction des conditions d'élevage, est présente dans le lait sous forme de globules gras, de 1 à $8 \mu\text{m}$ de diamètre, émulsionnés dans la phase aqueuse; le taux en est variable (environ 10 milliards de globules par millilitre de lait).

Cette matière grasse est constituée principalement de composés lipidiques (voir tableau 2).

Tableau 2 : Composition globale de la matière grasse (en % de matière grasse)			
Composés lipidiques (99,5 %)	Lipides simples (98,5 %)	Glycérides	Triglycérides (95-96%)
			Di glycérides (2-3%)
			Mono glycérides (0,1%)
	Cholestérides (esters d'acides gras et cholestérol) (0,03 %)		
Lipides complexes (1 %)			
Composés liposolubles (0,5 %)	Cholestérol, acides gras libres et hydrocarbures divers		
	Vitamines	Vit. E : 1,7 à 4,2 mg. (100 g) ⁻¹ Vit. A : 0,6 à 1,2 mg. (100 g) ⁻¹ Vit. D : 10 à 20 mg. (100 g) ⁻¹ Vit. K : traces	

C- La matière azotée (33 g/L) :

On distingue deux groupes de matières azotées dans le lait : les protéines et les matières azotées non protéiques. Les protéines (32,7 g/L), parmi lesquelles la caséine (80 %), les protéines solubles (albumines et globulines -19 %- et des protéines diverses (enzymes)-1 % -) en constituent la fraction essentielle (voir tableau 3).

Tableau 3 : Composition en protéines de la matière azotée		
	% en protéines	Concentration dans le lait (g.L ⁻¹)
Caséines (total)	80	26,5
a-caséine	40	13,5
b-caséine	24	8
k-caséine	12	4
g-caséine	4	1
Protéines solubles (total)	20	6,5
Lactalbumine	12	4
Lactoglobuline	5	1,6
Immunoglobulines	2	0,6
Autres	1	0,3

Le lait constitue donc une importante source de protéines pour l'homme, en particulier pour l'enfant. Sa teneur en protéines est par voie de conséquence une caractéristique essentielle de sa valeur marchande.

Les protéines lactées sont présentes dans deux phases différentes :

- une phase instable constituée de particules solides en suspension qui diffusent la lumière et contribuent, avec les globules gras, à donner au lait son aspect blanc et opaque : se sont les caséines.

➤ la phase soluble stable constituée des différentes protéines solubles ou protéines du lactosérum.

Les caséines se trouvent dans le lait sous forme d'un complexe des diverses caséines liées à du phosphate de calcium colloïdal : $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Ces protéines qui contiennent des groupes acides et des groupes amines à caractère basique, sont sensibles au pH du milieu. L'acidification du milieu à pH 4,6 provoque la coagulation de ces protéines qui se séparent de la phase aqueuse.

D- La matière saline (9 g/L) :

Le lait contient des sels à l'état dissous, sous forme notamment de phosphates, de citrates et de chlorures de calcium, magnésium, potassium et sodium. La valeur moyenne de leur concentration dans le lait est donnée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Composition de la matière saline (en g par litre de lait)							
Mg	Na	Ca	K	S	P	Cl	Citrates
0,12	0,58	1,23	1,41	0,30	0,95	1,19	1,6

E- Les gaz dissous (5 % en volume) :

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone (CO_2), du di azote (N_2) et du dioxygène (O_2).

II- Microbiologie du lait :

L'ensemble des microorganismes qui se développent dans le lait forme la flore du lait. On distingue :

➤ La flore initiale : elle est faible (800 à 200 germes/ml) et constituée de germes qui ont remonté par le canal du trayon de l'animal.

➤ La flore de contamination : c'est l'ensemble de germes apportés par le contact avec l'air ambiant, le matériel et le personnel à partir du moment où le lait sort du pis.

Ces microorganismes sont classés en trois catégories : les bactéries, les levures et les moisissures.

A- les bactéries en laiterie :

➤ **caractères généraux :**

- ❖ Au microscope, elles se présentent sous forme de coques ou de bâtonnets.
- ❖ Elles se développent dans une large zone de température (5 à 70°C) et préfèrent un milieu neutre.
- ❖ Elles ont une vitesse de multiplication très rapide.

➤ **les principales espèces rencontrées en industrie laitière :**

Tableau regroupant les espèces bactériennes, leurs activités et leurs caractéristiques :

Espèces bactériennes	Activité	Caractéristiques
Bactéries lactiques ou ferments lactiques	Production d'acides lactiques qui confèrent l'acidité, et de dérivées aromatiques qui donnent l'arôme au produit fini.	<ul style="list-style-type: none"> • Présentes naturellement dans le lait. • Sensibles aux antibiotiques en particulier la pénicilline. <p><u>Utilisation :</u> beurre, crème fraîche, fromage et Yaourt.</p>
Coliformes	<ul style="list-style-type: none"> • Production du gaz carbonique et d'hydrogène qui aboutissent aux accidents de fabrication notamment le gonflement des fromages. • Acidification légère du lait d'où le nom de « pseudo 	<ul style="list-style-type: none"> • Indésirables car souvent associés à des germes pathogènes • Thermosensibles. • Sensibles à l'acidité. • Résistantes à la pénicilline.

	ferments lactiques ».	
Bactéries butyriques	Fermentation butyrique ; dégagement d'hydrogène et de CO ₂ , d'où le gonflement des fromages (des fois jusqu'à éclatement) qui s'accompagne de mauvaise odeurs et mauvais goûts.	<ul style="list-style-type: none"> • Capables de sporuler. • Résistantes à la pasteurisation. • Ont pour origine l'alimentation des animaux à base d'ensilage.
Bactéries propioniques	Fermentation propionique.	<p>Pas de dégradation néfaste du lait.</p> <p><u>Utilisation</u> : fabrication de pâtes cuites pour faire les trous du fromage (Gruyère).</p>
Bactéries putréfiantes	Dégradation des composés azotés.	Production de mauvais goûts et mauvaise odeur.
Bactéries pathogènes : salmonella, clostridies, certains streptocoques et staphylocoques ...	Production de toxines dangereuses qui persistent dans le lait même après pasteurisation.	Détruites par pasteurisation et aussi au cours de l'affinage du fromage par les germes d'affinage.

B- Levures :

Bien que souvent présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement. Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Certaines sont utilisées dans la production de laits fermentés des levures alimentaires et de l'éthanol. En fromagerie, de nombreuses levures participent à l'affinage des fromages. C'est ainsi qu'en se développant à la surface de certains fromages jeunes à Morge ou à croûte moisie, elles contribuent à leur désacidification. Par leurs enzymes protéolytiques et lipolytiques, elles jouent un rôle dans la formation de l'arôme.

Les levures peuvent aussi être néfastes. Des *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, supportent des pressions osmotiques élevées et sont capables de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré. 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.

C- Moisissures :

Sans importance dans le lait liquide, elles intéressent un grand nombre d'autres produits laitiers. Elles se développent en surface ou dans les parties internes aérées. Elles sont productrices de lipases et de protéases. Des pénicilliums sont utilisés pour recouvrir la croûte des fromages à pâte molle d'une «fleur» blanche et pour former des veines de couleur bleue dans les fromages à pâte persillée. Les levures peuvent aussi participer à la désacidification de la pâte de divers fromages en début d'affinage.

Les mêmes moisissures peuvent aussi être indésirables, par exemple quand un développement excessif de *Geotrichum* à la surface des fromages à pâte molle rend celle-ci glaireuse et coulante ou quand des veines bleues apparaissent dans la «fleur» blanche des camemberts, ce qui les déprécie fortement. L'apparition, à la surface des fromages à pâte molle moisie, de spores de couleur brune noire dues à d'autres moisissures rend leur commercialisation difficile ou impossible. D'autres moisissures, souvent colorées, peuvent se développer sur divers produits (crème, beurre, fromage, yaourt, poudre de lait). Elles diminuent leur qualité organoleptique. Bien que très généralement sans danger du fait de l'absence de mycotoxines, les produits sur lesquels elles prolifèrent sont le plus souvent considérés comme impropres à la consommation.

III- Laboratoire d'analyses :

Il- s'agit d'un petit laboratoire chargé d'effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques à partir de la matière première au produit fini, afin de détecter les fraudes et d'obtenir un produit de meilleure qualité de parfaite texture.

III-1 Les analyses physico-chimiques :

A- Détermination de la densité :

La détermination de la densité est très importante car :

- elle permet de détecter les fraudes comme le mouillage du lait.
- elle indique si le produit fini est bien dans les normes précisées.

Elle est déterminée à l'aide d'un thermo lactodensimètre qui mesure aussi bien la densité que la température du produit.

- Remarque : il y a lien entre la température et la densité, car chaque fois que la température augmente de 5°C, la densité diminue d'une unité.

Pour déterminer la température à 20°C, on applique la formule suivante :

$$D_{réelle} = D_{luc} + (T_{luc} - 20^{\circ}\text{C}) \times 2.10^{-4}$$

D : étant la densité et T : la température.

B- Détermination de l'acidité :

C'est un test élémentaire pour désigner la destination du lait, soit vers le lait pasteurisé, le yaourt ou autre.

Elle permet aussi de suivre la fermentation des yaourts et de vérifier si le produit fini est convenable au consommateur.

Elle consiste à verser la soude à verser la soude à N/9 sur un échantillon laitier de 10ml additionné de deux gouttes de phénol phtaléine. Au point de virage, le volume V de soude versée est converti en degrés dornic (°D).

1°D correspond à 0.1ml de soude et indique la présence de 0.1g d'acide lactique par litre du produit à analyser.

Pour le lait normal, elle doit être entre 15 et 17°D.

Pour le yaourt, elle doit dépasser 80°D.

C- Détermination de la teneur en matière grasse :

Elle permet de vérifier le taux de crème dans les différents mélanges. Pour ceci on utilise un butyromètre qui varie selon le produit à étudier.

On y introduit d'abord 10ml d'acide sulfurique, ensuite 11ml d'échantillon à analyser et 1ml d'alcool iso amylique. Par la suite, on l'agite et on le fait subir une centrifugation à 600 tours par minute pendant 5 minutes. Enfin, on fait une lecture en g/l ; chaque graduation correspond à 1g/l

Pour le lait par exemple, la norme est 35g/l de matière grasse.

D- Test de caillage :

C'est un test très important, car il indique la destination du lait et renseigne sur la durée que va mettre ce dernier pour terminer son caillage.

Il consiste à chauffer le lait jusqu'à 90°C pour le stériliser, à ajouter les ferments et à mettre l'ensemble dans l'étuve à 45°C. On mesure ensuite l'acidité chaque 30 minutes pour voir si ce lait peut cailler et avoir une idée sur le temps qu'il faut pour finir son caillage.

En effet, lors de leur développement, les bactéries transforment le lactose en acide lactique qui acidifie le milieu. L'acidité développée jusqu'à pH=4.7 (70°D) permet la coagulation de la caséine du lait et on parle du caillage du lait (recherché dans la fabrication du fromage et de yaourt). La présence d'antibiotiques dans le lait arrête le développement des germes ; il n'y aura donc pas acidification du milieu et le lait ne caillera pas dans ce cas.

E- Détermination de l'extrait sec :

Il nous renseigne sur la texture du produit.

On met une capsule avec un peu de sable à l'étuve à 102°C puis on note la masse m_1 . On ajoute ensuite 10ml du produit et on remet la capsule à l'étuve tout en remuant de temps en

temps. Après trois heures, on note la nouvelle masse m_2 . L'extrait sec (ES) est déterminé comme suit :

$$ES = (m_2 - m_1) \times 100$$

On multiplie par 100 pour exprimer ES en g/1000ml c'est-à-dire en g/l.

F- Détermination de l'indice de réfraction :

Il renseigne sur l'extrait sec dégraissé, c'est-à-dire la matière sèche sans graisse.

On verse le produit sur un réfractomètre sec et propre, puis on regarde la limite entre la zone blanche et la zone noire et on fait la lecture sur graduation.

Pour une race laitière donnée, l'extrait sec dégraissé varie entre 85 et 90g par litre du lait.

G- Humidité de la poudre :

Elle permet de vérifier le pourcentage d'humidité du lait en poudre qui doit être inférieure à 8%.

On met la poudre dans un dessiccateur et on note la masse m_1 . La masse affichée diminue et lorsqu'elle se stabilise on note la masse m_2 . Le pourcentage d'humidité est défini comme suit :

$$\% h = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

H- Turbidité de l'eau :

Elle donne une idée sur la teneur d'eau en calcium et en magnésium.

Elle consiste à utiliser un indicateur qui change de couleur selon qu'il s'agit d'une eau dure ou pas. Si le résultat est positif, on ajoute goutte à goutte une solution de titrage en agitant le contenu après chaque adjonction jusqu'à la variation de la couleur du liquide ; chaque goutte versée correspond à 1 degré de dureté française.

I- Détermination de la viscosité :

Elle permet de vérifier si le produit est bien dans les normes. On la mesure à l'aide d'un viscosimètre.

J- Test d'amidon :

Il détecte la présence d'amidon qui joue le rôle de traceur dans le lait en poudre.

Ce test consiste à :

- mélange 1g de poudre avec 20ml d'eau.
- agiter le mélange et le faire bouillir.
- laisser refroidir à température ambiante.
- ajouter 0.5ml de solution iodée.

Si l'on obtient une coloration bleue, le test est positif.

III-2 Les analyses bactériologiques :

A- Dénombrement des germes :

La méthode utilisée est le dénombrement sur gélose. C'est une méthode précise qui permet de :

- Vérifier si le produit fini est bien dans les normes.
- Déterminer la date de péremption du produit.

Mode opératoire :

- On prépare le milieu de culture.
- On le stérilise et on le maintient en surfusion.
- On prend une boîte de pétri stérile et on verse 1ml du produit à analyser.
- On incube la boîte 24 à 48h, à la température optimale de croissance des germes.

Il faut noter que toutes ces opérations s'effectuent dans des conditions d'asepsie.

B- Recherche des germes nuisibles :

Parmi ces germes on cite :

- Les coliformes totaux.
- Les streptocoques fécaux.
- Staphylocoques aureus.
- Escher Ischia coli.
- Salmonella.
- Les levures et les moisissures.

Pour chacun de ces germes, il faut assurer un milieu de culture spécifique (favorable) pour se développer, un intervalle de température supportable et des conditions de pH et de lumière appropriés.

Pour les coliformes par exemple, on utilise le milieu « gélose lactose », et pour les levures et moisissures le milieu « gélose de Sabouraud ».

• Technologie des laits de consommation :

1- Présentation :

Pour devenir lait de consommation, le lait cru ne doit subir que des traitements physiques, comme la clarification, la standardisation, l'homogénéisation et bien évidemment les traitements thermiques. C'est uniquement ce dernier qui fait différencier le lait pasteurisé, le lait stérilisé et le lait U.H.T. ; les autres traitements sont presque identiques pour ces produits.

Avant d'aborder les techniques d'élaboration des laits de consommation, on va donc présenter en premier temps, les étapes communes à tous ces produits. Ensuite, on va présenter les techniques spécifiques à chaque produit : Lait pasteurisé, lait stérilisé et lait U.H.T.

2-Etapes communes :

▪ Réception :

L'étape de réception du lait doit se faire sans bris des globules gras ni incorporation d'air dans la conduite de lait tout en maintenant les contrôles de qualité nécessaires, ces derniers sont détaillés dans le chapitre relatif au contrôle qualité du lait et produits laitiers.

▪ Clarification :

La clarification est l'opération par laquelle le lait est soumis à une force centrifuge dans le but d'en extraire les particules plus denses, tels les débris cellulaires, les leucocytes et les matières étrangères. Sans ce traitement, ces particules sédimenteraient dans le lait homogénéisé, au point de devenir visibles dans les contenants transparents.

Le principe de fonctionnement d'un clarificateur est identique à celui d'un séparateur centrifuge (Figure 1). La différence caractéristique entre un clarificateur et un séparateur centrifuge réside dans la conception de la pile de disques : sans orifices de distribution sur le clarificateur et le nombre d'orifices de sortie (un seul sur le clarificateur, deux sur le séparateur).

Le choix de la localisation du clarificateur peut dépendre de certains facteurs, dont la capacité de l'appareil et la méthode de standardisation. La clarification se fait à l'une ou l'autre des étapes suivantes :

- A la réception, avant le stockage du lait cru;
- Entre le stockage et la standardisation;
- Entre la standardisation et l'entrée du pasteurisateur;
- Entre la section de régénération et la section de chauffage du pasteurisateur à plaques; dans ce cas, l'appareil est généralement une combinaison séparateur-clarificateur.

▪ Thermisation :

Dans de nombreuses laiteries importantes, il n'est pas possible de pasteuriser et de traiter le lait immédiatement après réception. Une partie du lait doit être stockée dans des cuves de stockage pendant plusieurs heures ou plusieurs jours. Dans ces conditions, même une réfrigération poussée ne suffit pas à éviter une grave détérioration de la qualité.

De nombreuses laiteries préchauffent donc le lait à une température inférieure à la température de pasteurisation, pour inhiber provisoirement la croissance des bactéries, notamment les pathogènes. Ce procédé est appelé thermisation. Le lait est chauffé à 63-65°C pendant environ 15 secondes, une combinaison de température et de durée qui n'inactive pas l'enzyme phosphatase.

Pour éviter la multiplication des bactéries sporulées aérobies après la thermisation, le lait doit être refroidi rapidement à 4°C ou moins et ne doit pas être mélangé à du lait non traité. De nombreux experts estiment que la thermisation a un effet favorable sur certaines bactéries sporulées. Le traitement thermique fait revenir de nombreuses spores à l'état végétatif, et elles sont donc détruites lors de la pasteurisation ultérieure du lait.

La thermisation n'est utilisée que lorsque la laiterie est incapable de traiter toutes les livraisons. Dans le cas contraire, cette étape est ignorée.

▪ **Séparation de la matière grasse (Écrémage) :**

Bien que les phases lipidiques et aqueuses du lait ne soient pas miscibles, la décantation et la coalescence spontanées des globules gras à la surface du lait sont lentes ; c'est pourquoi on les accélère au moyen de séparateurs centrifuges, qui déchargent en continu la crème d'une part et le

Lait écrémé d'autre part. La figure 1 illustre schématiquement le fonctionnement de ces appareils.

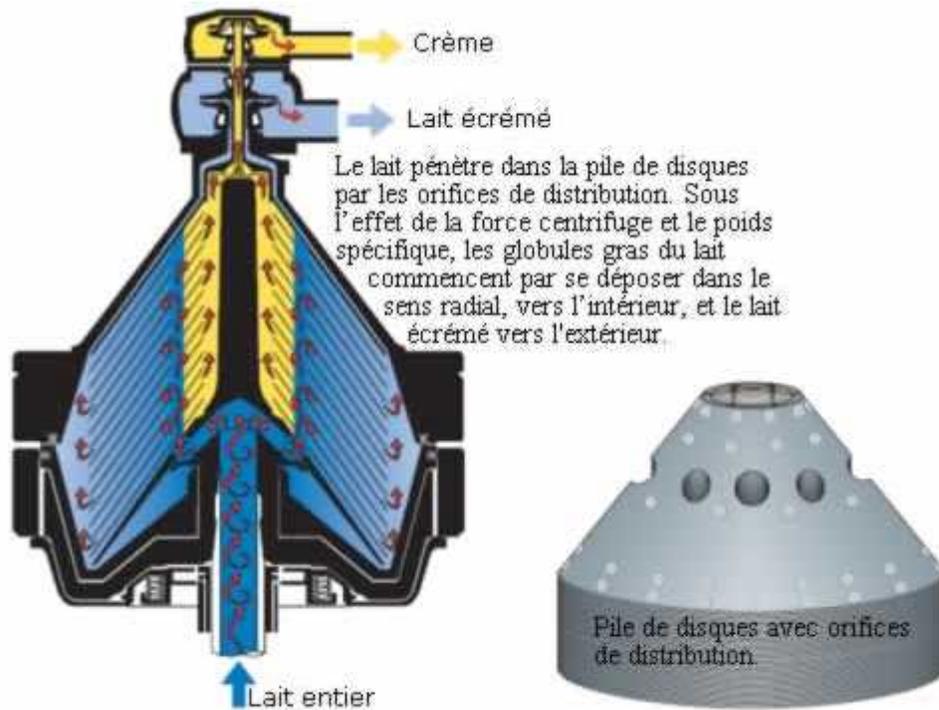


Figure 1 : Principe de fonctionnement d'un séparateur centrifuge

La quantité de matière grasse que l'on peut séparer du lait dépend de la conception du séparateur, de la vitesse d'écoulement du lait à travers celui-ci et de la distribution des tailles des globules gras. En général, on retire de 100 l de lait, 10 l de crème à 35-40% de matière grasse. Le lait écrémé ne renferme plus qu'environ 0,1% de matière grasse.

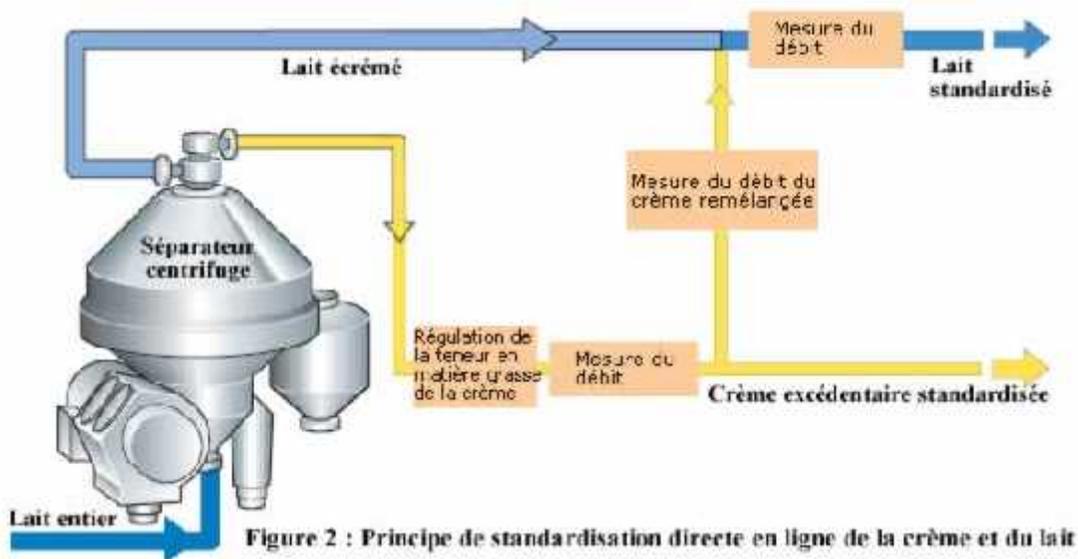
▪ Standardisation :

En offrant à sa clientèle un choix de laits à différentes teneurs en matière grasse, l'entreprise doit s'en tenir avec précision aux normes établies pour chacune de ces teneurs. En pratique, cela signifie des mesures précises au cours de la standardisation, tant par respect de la réglementation que par souci de rendement et d'économie.

La standardisation peut se faire en cuvée ou en continu. Dans le premier cas, il s'agit de mélanger dans un réservoir du lait entier, du lait écrémé ou encore de la crème dans des proportions calculées pour arriver au pourcentage de matière grasse désiré dans le mélange.

Quant au procédé en continu, il peut être plus ou moins automatique. Ainsi, on peut, de façon contrôlée, injecter du lait écrémé dans le lait entier en direction vers la pasteurisation (Figure 2). Ce système peut être facilement contrôlé, puisque le mélange se fait avec deux produits dont le taux de matière grasse est connu. Mais de plus en plus on a recours à un type d'appareil complètement automatisé : Le clarificateur-séparateur-normalisateur est, en effet, programmé pour remélanger le lait écrémé et la crème, séparés dans un premier temps au cours d'un écrémage partiel ou total du lait. Pour obtenir la teneur désirée en gras, le mélange s'effectue dans des proportions commandées d'après les résultats d'un système d'analyses en continu. Une sortie spéciale sert à évacuer de l'appareil le surplus de crème. Dans le circuit de fabrication, ce mode de standardisation se situe à la sortie de la section de régénération du lait cru du pasteurisateur.

Dans les installations où, par souci d'efficacité et d'économie d'énergie, seule la crème passe par l'homogénéisateur, son taux de matière grasse doit être réduit à 10-12%, de façon à obtenir une homogénéisation satisfaisante. Cela se fait en injectant à la crème, à l'entrée de l'homogénéisateur, une partie du lait écrémé provenant du séparateur.



▪ Pasteurisation :

La pasteurisation est un traitement thermique modéré et suffisant permettant la destruction des microorganismes pathogènes et d'un grand nombre de microorganismes d'altération. Ce traitement permet d'une part, d'assurer la salubrité du produit et d'autre part, d'améliorer sa conservabilité. Cette étape est utilisée pour produire plusieurs produits comme le lait pasteurisé et le beurre pasteurisé.

Le produit subit des barèmes de température et de durée (63°C pendant 30 minutes, ou 73°C pendant 16 secondes). Cependant, dans le but d'obtenir une conservation prolongée des laits pasteurisés, on applique généralement un traitement plus sévère en température et/ou en temps de retenue, en évitant toutefois d'excéder des zones limites au-delà desquelles le lait aurait le goût de cuit ou subirait une diminution excessive de sa valeur nutritive.

La pasteurisation en cuvée, à basse température, est encore utilisée, notamment pour préparer différents types de produits en petites quantités. Mais c'est le procédé en continu, à haute température (HTST : High Température, Short Time), au moyen de systèmes en plaques (Figure 3), qui est le plus en usage. C'est une méthode économique, précise et fiable. L'équipement peut fonctionner à grands débits et être complètement automatisé.

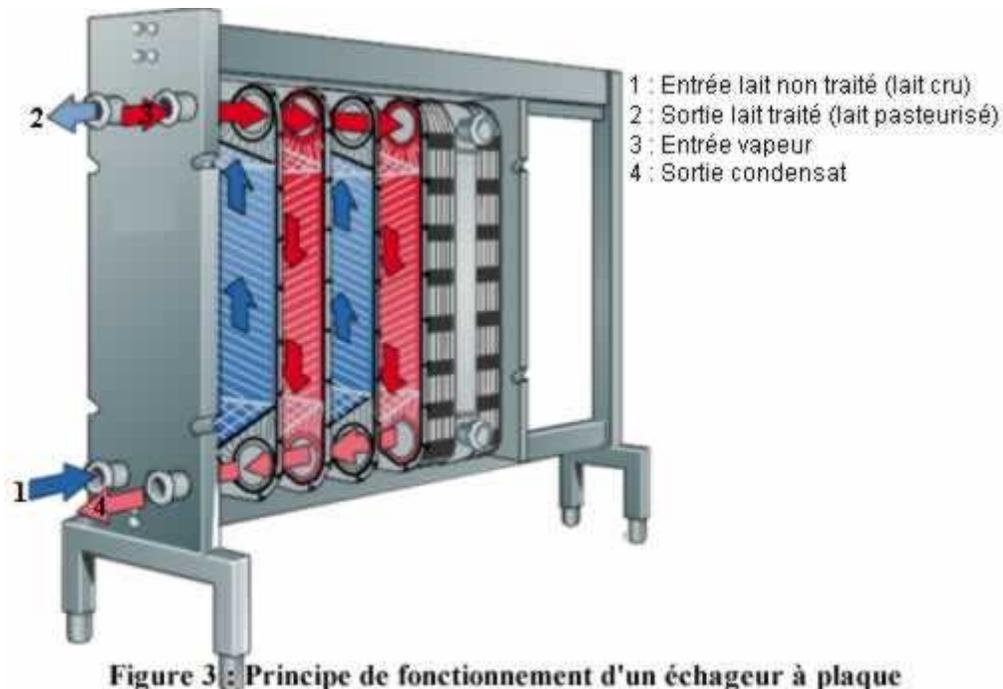


Figure 3 : Principe de fonctionnement d'un échangeur à plaque

Pour améliorer la saveur du lait, on peut intégrer au pasteurisateur une chambre à vide qui permettrait d'extraire certains composés volatils. Cependant, l'équipement pour ce traitement exige plus de surveillance et augmente les pertes lors des changements de produits.

La pasteurisation permet aussi de détruire la lipase, soit avant l'homogénéisation, soit immédiatement après, ce qui prévient la lipolyse. Dans le même ordre d'idée, il importe d'éviter de mélanger du lait cru, même en quantité minime, au lait homogénéisé pasteurisé, car la lipase du lait cru causerait de la rancidité dans le lait homogénéisé.

Il reste à signaler que l'utilisation d'un système à plaques pour la pasteurisation de plusieurs produits différents, surtout s'il s'agit de petits volumes, réduit l'efficacité de fonctionnement, augmente les risques d'altération de la qualité par addition d'eau et cause des pertes en matière grasse sur les parois si les mélanges eau-produit ne sont pas complètement récupérés. La figure 4 montre le temps nécessaire aux changements du pourcentage de matière grasse lors du démarrage et de l'arrêt d'un pasteurisateur à plaques.

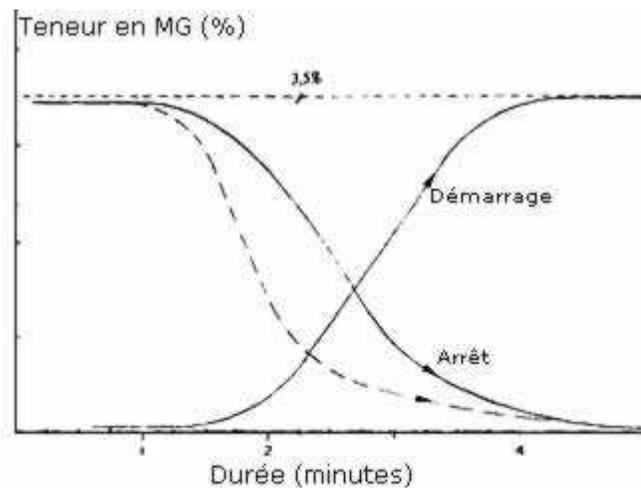


Figure 4 : Changement de la teneur en gras au cours du démarrage et de l'arrêt d'un pasteurisateur H.T.S.T. (D'après Harper, W.J. et C.W. Hall, 1976)

▪ Homogénéisation :

L'homogénéisation est une opération qui sert à empêcher les globules gras de remonter à la surface du lait en réduisant leur diamètre. Elle est obtenue en faisant passer le lait sous pression élevée à travers des orifices ou valves très étroits (Figure 5).

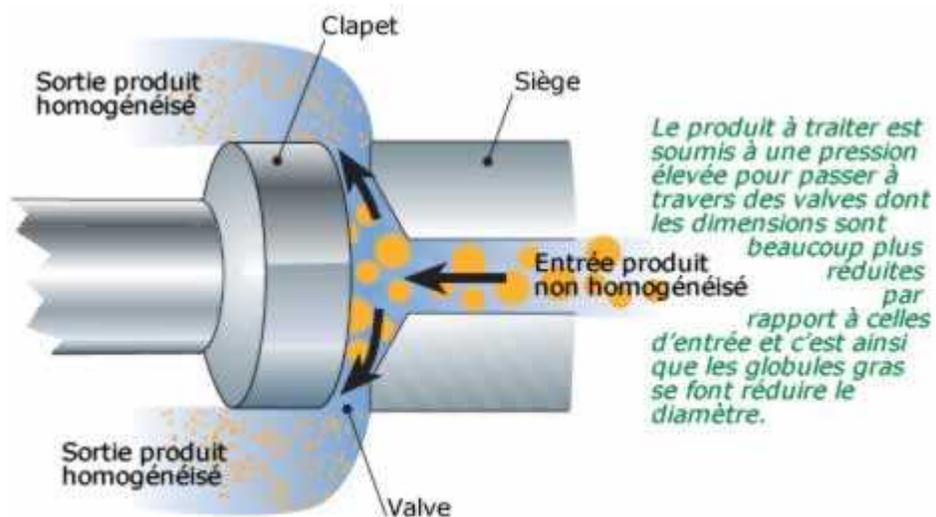


Figure 5 : Principe de fonctionnement d'un homogénéisateur

Parce qu'elle présente l'avantage de stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dispersée dans tout le liquide, l'homogénéisation du lait de consommation s'est généralisée. D'autre part, ce traitement donne au lait une saveur et une texture plus douces, plus onctueuses pour la même teneur en matière grasse.

Une conséquence physico-chimique de l'homogénéisation est qu'elle affecte quelque peu la stabilité des protéines, en ce sens que le lait homogénéisé se coagule plus facilement, sous l'influence de la chaleur par exemple, que le même lait non homogénéisé. Le lait homogénéisé donnera un caillé fin, mou, plus poreux et perméable.

L'efficacité de l'homogénéisation dépend principalement de trois facteurs : la température, la pression et le type de valve. La condition mécanique de l'homogénéisateur, l'incorporation d'air dans le circuit et la nature des produits traités peuvent aussi modifier les effets du traitement.

Il va de soi que l'homogénéisation doit se faire à des températures qui permettent de maintenir tout le gras à l'état liquide, sans quoi il se produirait du barattage : pour assurer un traitement efficace, il faut des températures supérieures à 54°C.

Le choix de la pression dépend du type et du nombre de valves homogénéisatrices. Le plus souvent l'homogénéisation se fait en deux phases successives au moyen de deux valves où sont brisés, dans la seconde, les agrégats de globules gras formés après le passage à travers la première. Dans ce cas, une pression de 14000 à 17000 kPa au premier stade et 3000 (Kpa) au deuxième donne généralement de bons résultats. Cependant avec certains types de valve, comme celle à multiples stades, l'homogénéisateur peut donner un bon rendement tout en fonctionnant à des pressions considérablement moindres.

L'homogénéisation doit être suffisamment efficace pour empêcher le crémage. Le résultat peut se vérifier immédiatement en déterminant l'indice d'homogénéisation (voir chapitre 5 : Contrôle qualité). Une autre méthode peut être également utilisée consiste à mesurer, lors de l'examen microscopique d'un échantillon de lait, la taille des globules gras et leur répartition en fonction de leur diamètre.

▪ **Refroidissement :**

Tous les microorganismes n'étant pas éliminés par la pasteurisation, ce traitement thermique doit être suivi d'un brusque refroidissement. Ainsi, après pasteurisation, le lait est refroidi à une température voisine du point de congélation afin de ralentir le développement des germes encore présents.

Au stade post-pasteurisation et lors du conditionnement, il importe également d'éviter toute contamination, spécialement par les bactéries psychotropes, qui sont les principales responsables de la détérioration subséquente des produits pasteurisés. Greene et Jezeski (1954) ont, en effet, démontré que du lait pasteuriséensemencé de *Pseudomonas fluoresces* se détériorait après quatre jours à 10°C, 16 jours à 5°C et 36 jours à 0°C.

▪ **Conditionnement :**

Destiné à véhiculer les produits laitiers fluides dans les réseaux de production et de distribution, le contenant doit avoir certaines qualités :

- être attrayant par sa forme et sa présentation ;
- offrir une protection efficace au produit contre les chocs physiques, la lumière et la chaleur ;
- préserver le contenu des odeurs ou saveurs étrangères ;
- Faciliter la manipulation du produit ;
- être économique et adapté aux exigences modernes de production.

▪ **Types de contenants :**

Le contenant en carton, malgré sa faible résistance, est apprécié par les consommateurs pour son apparence, sa forme et sa commodité. Il permet, en outre, une bonne protection du produit. Fabriqué de carton enduit de polyéthylène, il est généralement pré-assemblé en usine. Parfois de fabrication plus sophistiquée pour répondre à des usages particuliers, il peut être recouvert d'une mince couche d'aluminium sur sa surface intérieure, formant ainsi une barrière efficace contre la pénétration d'oxygène et préservant mieux le produit.

Les équipements utilisés pour ce type d'emballage sont nombreux et offrent beaucoup de flexibilité et de rapidité. L'opération entière, incluant le montage du contenant, le remplissage, le scellage et la mise en caisses, est de plus en plus intégrée pour répondre aux exigences nouvelles des usines.

Le contenant en plastique, sous forme rigide ou flexible, est largement utilisé dans l'industrie laitière. Les avantages offerts par la forme flexible sont les suivants : son coût moindre; la possibilité de fabriquer ou d'assembler directement les contenants sur la doseuse, réduisant d'autant les besoins d'espace d'entreposage; le prix inférieur des doseuses requises... Parmi les inconvénients des emballages flexibles, signalons leur manipulation difficile pour le consommateur et une protection insuffisante du produit contre les rayons lumineux.

Le contenant en verre, bien que pratiquement disparu de plusieurs marchés, existe encore dans certaines régions canadiennes et plus particulièrement aux États-Unis. Sa rigidité offre une certaine protection contre les chocs physiques et rend le produit plus attrayant.

▪ **Appareils de conditionnement :**

Les équipements varient en fonction du type d'emballage utilisé et de la cadence désirée, ils sont de 2 types : ceux qui opèrent par gravité et ceux dits volumétriques fabriqués généralement en acier inoxydables pour les parties qui entrent en contact avec l'aliment et pourvus d'un système de nettoyage. Il est avantageux d'avoir des réservoirs surélevés pour alimenter les remplisseuses par gravité. Fonctionnant sans pompage, cet aménagement évite ainsi l'incorporation d'air dans le produit, facilite la précision du remplissage, le drainage ainsi que le lavage par circulation.

❖ FABRICATION FROMAGÈRE DE TYPE CAMEMBERT

Le Camembert est un fromage à pâte molle, affiné en surface par une microflore fongique et possède une croûte fleurie (McSweeney et Al. 2004). Il peut être fabriqué à partir de lait cru ou pasteurisé, contient généralement entre 50 et 56 % d'humidité, entre 18 et 30 % de matières grasses et entre 17 et 21 % de protéines (Genigeorgis et Al., 1991 ; Gillis, 2004 ; Sutherland, 2002). Le pH en fin d'affinage du Camembert atteint environ 7,4 en surface et 6,9 au centre (Genigeorgis et Al. 1991).*

• Procédé de transformation :

La transformation du lait en fromage permet de concentrer les protéines, les matières grasses, les minéraux et certaines vitamines contenus dans ce lait. La fabrication se déroule principalement en trois étapes, soit la coagulation, l'égouttage et l'affinage, lesquelles peuvent présenter certaines différences selon la nature du fromage fabriqué (St-Gelais et Tirard-Collet, 2002). Chacune de ces étapes sera brièvement abordée en lien avec la fabrication du fromage Camembert.

▪ **La coagulation** : consiste en la formation d'un gel à la suite de la dénaturation des micelles de caséines du lait (Sousa, 2003). L'organisation structurale de la protéine peut, en effet, être modifiée par une voie acide, enzymatique ou mixte. D'abord, la coagulation acide résulte de l'action de ferments lactiques mésophiles, habituellement un mélange de souches de *Lactococcus* et/ou *Lactobacilles* et/ou *Leuco nostoc* et/ou *Streptocoques* (Champagne, 1998 ; Spinnler et Gripon, 2004). Ces ferments métabolisent le lactose en acide lactique, ce qui provoque l'abaissement du pH. Le phosphate de calcium colloïdal, qui assure la stabilité de la micelle, est alors solubilisé (St-Gelais et Tirard-Collet, 2002). La coagulation enzymatique est, quant à elle, provoquée lors de l'ajout au lait de présure, dont la chymosine est l'enzyme principale. Cette dernière est une end peptidase qui, par une réaction d'hydrolyse spécifique ciblant la caséine , permet la gélification du lait (Farkye, 1999). Dans le caillé Camembert, la coagulation est de type mixte (Codex Alimentarius, 2010), c'est-à-dire qu'elle fait appel à l'action conjuguée de ces deux types de coagulation (Cholet, 2006).

▪ **L'égouttage** : est défini par un phénomène de synérèse, permettant l'expulsion du lactosérum à la suite de la contraction du gel (Sousa, 2003). Lors de cette étape, selon le type de fromage fabriqué, diverses techniques sont utilisées pour favoriser l'expulsion du lactosérum. Dans le cas du Camembert, des traitements mécaniques tels que le découpage, le brassage, le moulage et les retournements sont utilisés pour permettre l'élimination du lactosérum (St-Gelais et Tirard-Collet, 2002). Puisque l'humidité de ce type de fromage est élevée, au maximum 56 % (Ministère de la justice, 2012), l'égouttage du caillé Camembert est très modéré comparé à d'autres variétés de fromages.

Une des étapes intermédiaires de la fabrication fromagère implique le salage du caillé, lequel est habituellement effectué à la fin de la période d'égouttage, permettant de compléter cette étape en augmentant la pression osmotique dans la matrice (St-Gelais et Tirard-Collet, 2002). Considérant l'importance du sel dans le présent projet, les techniques de salage et les rôles du sel sont respectivement traités aux sections). La concentration en sel varie en fonction du type de fromage fabriqué. Plusieurs facteurs permettent d'établir la teneur en sel d'un fromage, notamment le type de pâte, les paramètres d'affinage (humidité relative, température, composition de l'atmosphère) ainsi que les microorganismes utilisés pour sa fabrication. Bien qu'il n'existe pas de normes quant à la teneur en NaCl dans le Camembert, un pourcentage final entre 1,5 et 2,5 % est généralement souhaité (Ryser et Marth, 1987b ; Sousa, 2003).

• **L'affinage** : est la dernière étape de la transformation fromagère. Sa durée varie de quelques jours à quelques années selon le type de fromage et ce, afin d'obtenir les qualités texturales et organoleptiques désirées. Ces dernières sont obtenues par une série de réactions biochimiques réalisées par la microflore microbienne et ses enzymes, qui métabolisent différents substrats glucidiques, lipidiques et protéiques, générant ainsi divers produits, qui eux aussi peuvent à leur tour être dégradés par des systèmes enzymatiques secondaires (St-Gelais et Tirard-Collet, 2002).

- La période d'affinage du Camembert est généralement courte, soit entre 12 et 45 jours et se déroule à une température variant habituellement entre 12 et 14 °C. Les fromages sont généralement entreposés dans un lieu d'affinage permettant de contrôler l'humidité relative entre 85 et 95 % (Cholet, 2006). La succession des microflores lors de l'affinage est détaillée à la section

- **Techniques de salage**

L'action du sel dans un fromage peut être étudiée selon le ratio sel/humidité (S/H ; en anglais S/M : salt-to-moisture) puisque ces deux paramètres sont intrinsèquement liés. Ce ratio représente la concentration en sel dans le fromage par rapport à sa teneur en eau. Le ratio S/H d'un Camembert varie généralement entre 2,7 et 4,8 (Gillis, 2004 ; Guinee et Fox, 2004 ; Sutherland, 2002).

En technologie fromagère, il existe trois méthodes de salage, soit l'immersion du fromage dans une saumure, le salage à sec en surface et à sec dans la masse. Quelle que soit celle utilisée, le processus se déroule en toujours en deux phases ; d'abord, l'absorption du sel en surface et ensuite, sa diffusion progressive

-En saumure :

Le Camembert est traditionnellement salé par saumuration (Leclercq-Perlat et al., 2004) tout comme les fromages Edam, Gouda, Provolone et Suisse (Cruz et al., 2011). Cette technique implique que le caillé soit immergé pendant un certain temps dans la saumure, c'est-à-dire une solution saturée en NaCl. Par exemple, Leclercq-Perlat et al. (2004) utilisent une saumure saturée à 33 % pendant 25 minutes, bien que la durée du saumuration puisse aller jusqu'à 90 minutes dans certains cas (Gillis, 2004). La différence de concentration en NaCl entre la saumure et la phase aqueuse du fromage induit la diffusion du NaCl dans la matrice fromagère et conséquemment, l'expulsion de la phase aqueuse. La concentration en NaCl, la température de la saumure, la durée du saumuration, la forme et la composition du fromage sont des paramètres clés à contrôler lors du saumuration (Gillis, 2004). vers le centre du fr

-À sec en surface :

L'apport de sel à la surface du fromage peut être réalisé par frottage, par saupoudrage ou par roulage des fromages dans un lit de sel (Gillis, 2004). Cette méthode est entre autres utilisée pour le fromage Bleu et pour certaines fabrications de fromages à croûte fleurie dont le Camembert (Cruz et al., 2011 ; Guizani et al., 2002). Un désavantage de cette technique est le manque d'uniformité du salage ; en effet, l'homogénéisation de la teneur en sel a été atteinte après 23 jours dans un Camembert salé de cette manière (Guizani et al., 2002).

Le mécanisme d'absorption du sel à la surface est plus lent que dans le cas du saumurage, car le sel doit d'abord s'hydrater et se dissoudre à la surface pour ensuite diffuser vers l'intérieur (Gillis, 2004). La granulométrie du sel utilisé est particulièrement importante. Dans le cas d'une pâte molle, il est recommandé qu'elle soit entre 200 et 630 microns (Gillis, 2004). omage(Gillis,2004;Sutherland,2002).

-sec dans la masse :

Le salage à sec dans la masse consiste à mélanger le sel au fromage préalablement découpé, en grains par exemple, avant le pressage ou la mise en moule. Cette technique permet une diffusion rapide du sel dans la masse et requiert que le rapport surface/volume soit très bien contrôlé afin d'optimiser l'établissement du film de sel autour de chaque grain de fromage (Cruz et al., 2011 ; Gillis, 2004). Les fromages Cheddar et Stilton sont salés de cette manière (Cruz et Al 2011). Cette technique n'est cependant pas utilisée.

▪ Affinage : succession des flores

L'affinage du Camembert est complexe puisqu'elle résulte de l'interaction entre les microflores bactériennes et fongiques, dont la succession est déterminée par des changements chimiques de la matrice fromagère. Les principaux ferments utilisés pour l'affinage du Camembert sont *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum* et *Kluyveromyces lactis*. Ils peuvent être inoculés au lait en début de fabrication ou bien après le démoulage, par vaporisation à la surface du fromage (D'amico et al., 2008 ; Spinnler et Gripon, 2004).

L'ajout de bactéries lactiques lors de la fabrication permet une diminution du pH (section 1.1.1) ; ce qui favorise la microflore acidophile comme les levures et les moisissures (Spinnler et Gripon, 2004). À partir du 4^{ème} jour d'affinage, *P. camemberti* et *G. candidum* entrent dans leur phase exponentielle de croissance jusqu'au jour 18 et dominent rapidement l'écosystème alors que *K. lactis* est présent, mais à de plus faibles concentrations (Lessard et al., 2012). L'évolution de la lipolyse et de la protéolyse dans le caillé est liée, entre autres, à la croissance de ces espèces.

D'abord, le principal agent lipolytique du Camembert est *P. camemberti*, lequel synthétise deux lipases alcalines extracellulaires. *G. candidum* synthétise également deux lipases qui ont chacune une action sélective (Baillargeon et al., 1989). La dégradation prononcée des lipides se réalise sous la croûte du fromage où ces enzymes hydrolysent les triglycérides, générant ainsi des di glycérides, des mono glycérides et des acides gras libres (Spengler Gripon, 2004).

En ce qui concerne l'activité protéolytique, *G. candidum* synthétise des protéinases intra- et extracellulaires, mais son activité protéolytique est considérée comme étant faible comparée à celle de *P. camemberti*, qui produit une grande quantité d'endos- et d'exopeptidases extracellulaires (Nichol, 1999 ; Spinnler et Gripon, 2004). Plus précisément, *P. camembert* possède des métalloprotéinases et des aspartates protéinases, lesquelles sont en concentration maximale vers le 15^{ème} jour d'affinage et diminuent lentement par la suite (Spinnler et Gripon, 2004). Cette moisissure est donc responsable d'une grande production d'acides aminés dans le fromage (Spinnler et Gripon, 2004). La protéolyse effectuée par *K. lactis* est plus lente et son effet est moins marqué. L'ammoniac généré à la suite des réactions protéolytiques ainsi que le catabolisme du lactate de ces ferments permettent l'alcalinisation en surface du caillé (Leclercq-Perlat et al., 2004 ; Lessard et al. 2012 ; Spinnler et Gripon, 2004). Un gradient de pH est alors observé dans le fromage, la surface étant près de la neutralité après quelques jours et le centre demeurant acide (Leclercq-Perlat et al., 2004). Ce phénomène favorise la migration des minéraux (calcium et phosphore inorganique) vers l'extérieur du fromage, modifie les propriétés rhéologiques de la pâte et, entre les jours 15 et 20, permet l'établissement des microflore secondaires acido-sensibles en surface (Spinnler et Gripon, 2004). Ces dernières

contribuent aussi aux activités protéolytiques et lipolytiques dans le fromage via la production extracellulaire de protéases et de lipases (Spinnler et Gripon, 2004). La microflore secondaire peut notamment être composée de *Micrococcus* spp., de *Staphylococcus* spp., d'*Acinetobacter* spp., de *Corynebacterium* spp. et de NSLAB (non- starter lactic acid bacteria ; en français : bactéries lactiques de la microflore secondaire) (Addis et al., 2001 ; Spinnler et Gripon, 2004).

« Partie Pratique »

La Fiche Technique

I – PRESENTATION DE LA FILIALE

A – HISTORIQUE

1. DATE DU DEMARRAGE DU PROJET :.....1974

• COUT DU PROJET :.....32.140.984,53 DA

• SUPERFICIE TOTALE :.....145.000 m²

dont : 8.526 m² couverte

3.600 m² prévue pour l'extension

2. DATE DE MISE EN PRODUCTION :.....12/12/1977

• APPELLATION :..... UNITE : ONALAIT DE LA MEKERRA

• CAPACITE DE PRODUCTION :..... Lait pasteurisé : 40.000 L/Jour

Pâtes molles : 10.000 L/Jour

B – REFORME :

1. *DATE* :de la Rénovation.....1984

• APPELLATION :.....UNITE : OROLAIT DE LA MEKERRA

• CAPACITE DE PRODUCTION :....Lait pasteurisé : 112.000 L/Jour

Pâtes molles : 20.000 L/Jour

El ben : 40.000 L/Jour

2. EXTENSION:

Lors des opérations “investissement et valorisation du potentiel de l'entreprise », le local conçu comme hangar de stockage a été transformé en ateliers de production de pâtes pressées et fromage fondu.

• Démarrage des travaux du projet :..... 30/12/1989

• Date de la phase des essais Septembre 1992

• Capacité de production :..... Lait pasteurisé : 126.000 L/Jour

- El ben :30.000 L/Jour

- Pâtes molles : 28.000 L/Jour

- Pâtes pressées : 24.000 L/Jour

-Fromage fondu : 12.880 Kg /Jour

3. FILIALISATION :

• Date de la filialisation :.....01/10/1997

• APPELLATION :Filiale – GIPLAIT – Spa.
LAITERIE FROMAGERIE DE TESSALA

SOCIETE PAR ACTION AU CAPITAL SOCIAL : 190 000 000 DA

• Capacité de production :

Lait pasteurisé: 105.000 L/Jour

Produits gras: 700 Kg/Jour

Pâtes molles : 10.000 L/Jour

Pâtes pressées: 16.000 L/Jour

Fromage fondu: 6.000 Kg /Jour

II – SITUATION GEOGRAPHIQUE :

La filiale GIPLAIT de Sidi Bel Abbés se trouve limitée par :

- **NORD** : la route de Tenira prolongée et Algérie Telecom
- **SUD** : le prolongement du village HAI EL HOURIA
- **EST** : le village HAI EL HOURIA et l'escadron de la gendarmerie nationale
- **OUEST** : l'école de la santé militaire.

III – ATELIERS DE PRODUCTIONS

La filiale « LAITERIE FROMAGERIE DE TESSALA » de Sidi Bel Abbés compte les ateliers de production suivants :

– ATELIER LAITERIE

CAPACITE DE PRODUCTION :.....105 000 l / jour

EFFECTIF :..... 30 en 02 équipes

– ATELIER PATES MOLLES

CAPACITE DE PRODUCTION :.....10 000 l / jour

EFFECTIF :..... 20 en 01 équipe

– ATELIER PATES PRESSEES ET FROMAGE ROUGE

CAPACITE DE PRODUCTION :.....16 000 l / jour

EFFECTIF :..... 8 en 01 équipe

– ATELIER FROMAGE FONDU

CAPACITE DE PRODUCTION :.....6 000 Kg / jour

EFFECTIF :..... 9 en 01 équipe

– ATELIER BEURRE FERMIER

CAPACITE DE PRODUCTION :.....400 Kg / jour

EFFECTIF :..... 2 en 01 équipe

– ATELIER CREME FRAICHE

CAPACITE DE PRODUCTION :.....300 Kg / jour

EFFECTIF :..... 2 en 01 équipe

IV – REALISATIONS EN PRODUCTION ET AGREGATS FINANCIERS

	PRODUCTION EN TOTAL TOUT LAIT (LITRES)	CHIFFRE D’AFFAIRES H/T (KDA)	VALEUR AJOUTEE (KDA)
ANNEE 2001	27 164 069	711 840	123 474
ANNEE 2002	23 476 749	611 819	113 143
ANNEE 2003	22 107 459	612 257	115 499
ANNEE 2004	22 703 693	599 465	102 778
ANNEE 2005	22 319 657	540 333	83 996
ANNEE 2006	21 552 259	526 647	93 636

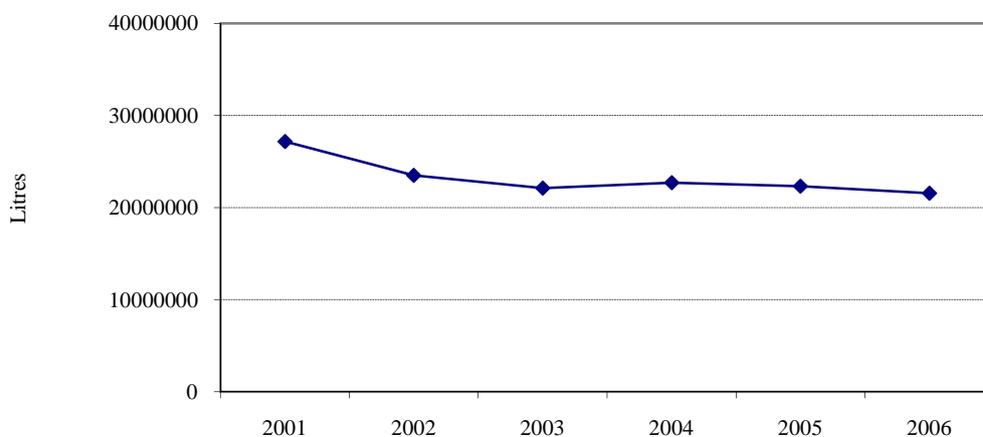


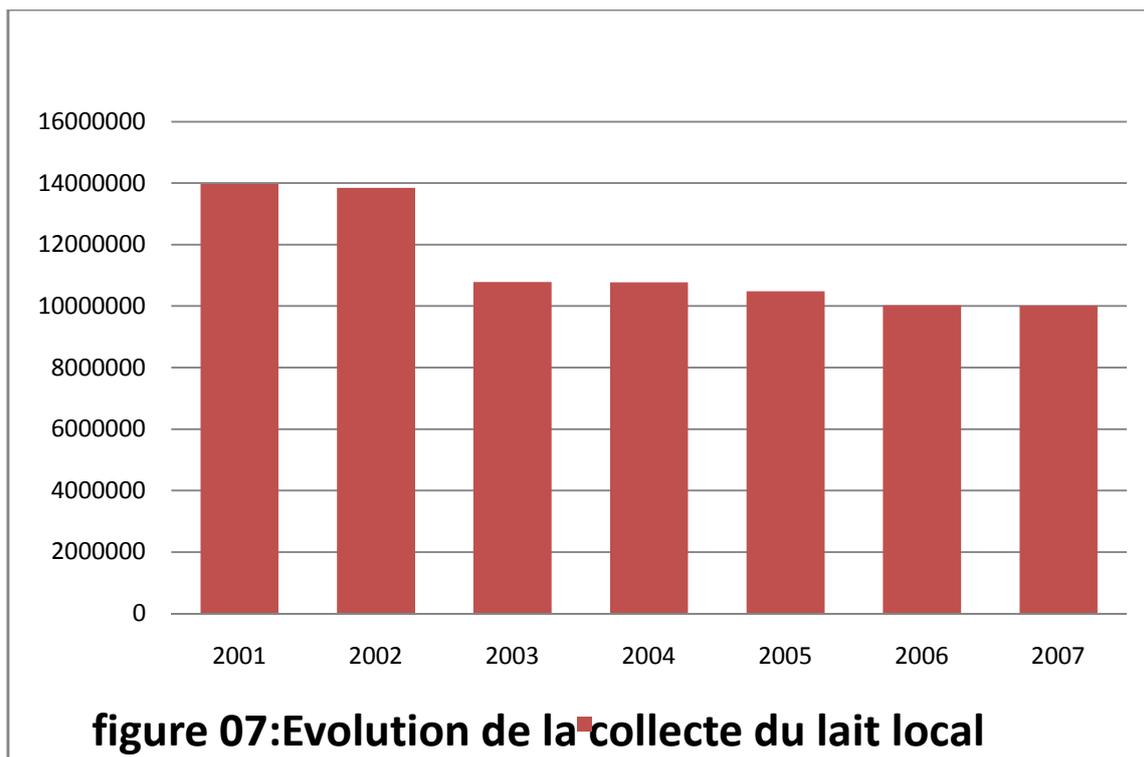
figure 06:Evolution de la Production (en Total Tout Lait)

V – LA POLITIQUE DE PRODUCTION LOCALE ET COLLECTE DE LAIT CRU

La filiale de Sidi Bel Abbés a toujours axé sa politique technique sur l’encouragement et le développement de la production nationale, en d’autres termes les producteurs du lait de vache trouvent un soutien technique et financier, qui complète le plan du ministère de l’agriculture, ce qui a donné à cette wilaya la place du premier bassin laitier sur le territoire national.

La collecte de lait cru par exercice :

- ANNEE 2001 :.....13 978 502 litres
- ANNEE 2002 :.....13 845 564 litres
- ANNEE 2003 :.....10 786 267 litres
- ANNEE 2004 :.....10 778 690 litres
- ANNEE 2005 :.....10 479 895 litres
- ANNEE 2006 :.....10 030 711 litres
- ANNEE 2007 (prévision) :.....10 015 000 litres



VI – PERSONNEL ET STRUCTURES

1- REPARTITION DE L'EFFECTIF :

<i>Cadre</i> :	39
Maîtrise :	61
Exécution :	79
Occasionnels :	14
Total :	193

VII – POLITIQUE DE L’ENVIRONNEMENT

La filiale GIPLAIT « Laiterie Fromagerie de « Tessala » a toujours maintenu une politique favorable à l’environnement par sa présence de son blason dans différentes manifestations et réunions de travail.

Pour insister, et montrer la bonne volonté de ses dirigeants, la filiale s’est dotée d’une importante station d’épuration des eaux usées qui est considérée comme un important investissement dans la wilaya de Sidi Bel Abbes.

Cette station est équipée d’un laboratoire moderne où travaille un personnel qualifié qui assure le contrôle des eaux usées quotidiennement.

Pour son sérieux, ce laboratoire est sollicité à maintes reprises par l’inspection de l’environnement de la wilaya afin de lui effectuer des analyses de précision qui entrent dans un cadre de coopération.

- 1 – Superficie :.....10 000m²
- 2 - Capacité de traitement :.....500 m³ / jour
- 3 – Recordage :.....Station de relevage
- 4 – Réseau de raccordement :.....Tous les ateliers
- 5 – Date de mise en service :.....Décembre 199

❖ Le suivi de travail de l'atelier

- Le lait utilisé dans l'atelier c'est le lait de vache de la collecte.
- La quantité de lait ramassée par jour est à la moyenne de 35000 litres/j

Mais elle change selon des conditions variables :

- L'alimentations et la saison : la richesse en matière azotée Totale dans l'herbe jeune qui est fréquente en printemps dans ce cas le lait est le meilleur parce qu'il contient les critères de qualité. Le taux atteint le pic et en hivers la quantité est diminuée par contre en été le lait est mouillé par sa richesse en eau que les vaches ont besoin (la soif)

- La réception de lait : dans le temps est variable pendant le matin :

1. - En hivers de 6 :00 jusqu'à 12 :00 h
2. - En été à 4 :00 de matin parce que l'acidité augmente lorsque la température augmente

- Le lait va être orienté soit :

- En fromage fondu (patte pressée)

- En camembert (patte molle)

- Conditionné en sachet (écimé 0% mg).

- La réception de lait puis on fait les analyses physico-chimiques de lait en aura :

- Densité => 1030-1032

- Matière grasse => 28-30

- Extrait sec => 120-124 (dans les normes)

- Acidité =>

- On a fait un échantillon donc : le protocole est comme suit

- **Test d'acidité :**

- 10 ml du lait

- 3 gouttes phénolphtaléine

- titrage avec la soude (NaOH) avec agitation

- lors de titrage il y a l'apparition de couleur rose.

Acidité : 18 ° D.

▪ **La Densité :**

En utilise le lactodensimètre pour la mesurer

-il y a un corrige type de densité (densité 1033 à température 15 C°) =>densité corrigé c'est 1032

Matière grasse : butyromètre --> après la mise des productions

- il faut le bien fermé.
- 10 ml d'acide sulfurique (95-97%) 11 ml de lait.
- 1 ml d'alcool isométrique.
- L'ensemble est agité puis passer par la centrifugeuse pendant 5 minutes.
- Après la centrifugation en fait la régularise jusqu' a '0' puis en fit en trouvé 35 g/l

▪ **L'extrait sec :**

- Capsule vide en la pèse .

P1 :21.5 g+10 ml de lait en met la capsule dans une étuve (104 C°)

P2 : après 4 heures :

EST (Extrait sec total) :(P1-P2)100 =X

- Après il ya la transformation du lait :
 - Soit : en enlève les débris puis passer par le pasteur et orienter vers => la beure
 - Soit : il est écimé ;la crème orientée vers les ateliers de fromage
 - Soit : il est transformé en lait.
- Pour le lait destiné a la production de camembert après la réception et la standardisation il passe par plusieurs étapes jusqu' a le produit fini :
 1. Le lait chauffé à la température 36-38° pour permettre la dégradation de lait par les ferments
 2. En ajoute des ferments mésophiles 0.2g/10l pour le caillage de lait
 3. Puis le sel Ca cl (1.25ml/10l) et de penicillium (2×10^μ/10000l) pour donner le gout au fromage mais en vérifera l'acidité après 30 minutes (20-22 D° Doronic)

4. Ajouter la présure ; laisser 1h pour l'action des composants précédents
5. Le tranchage : utilisation d'un filet pour la découpe de caillait
6. Le moulage : selon le type et la taille des moules utilisés
7. Le premier retournement : inversement de produit
8. Le deuxième retournement après 1h30
9. Le troisième retournement aussi après 1h30
10. Le salage : dans des bassins en mélange (le Na cl) avec l'eau puis en met le camembert dans le bassin pendant 45 minutes
11. L'affinage : le transfert de camembert vers des chambres froides (température 6-8°C)
12. Pulvérisation du penicillium pendant 18 heures
13. Conditionnement (emballage) il se fait par le papille en cellophane ou carton.

- ***Le test physico-chimique de camembert :***

- **En a fait Un échantillon :**

- Mg (matière grasse) :21
- Est (extrait sec total) :44
- Es dégraissé : 23
- Gras /sec : 47 (les normes plus de 45)

- **Les analyses microbiologiques :**

- **Tableau :Coliformes totaux :**

GRM	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Salmonelle (ss)	clostridie	Staphylocoques aureus
/	absence	absence	absence	absence	35germes /g jusqu' a 100 sera contaminant

- **Figure08 :Le matériel utilisé pour l'affinage du camembert :**



Tanks



- **LE MATERIEL DE Réchauffement Attaché AUX Tanks**



- **Les moules spéciales pour le camembert**



- Les cuvés utilisées pour mélanger le lait avec les présures

Liste des tables

Tableau01 : caractéristiques physico-chimique de lait de vache	06-07
Tableau02 : composition globale de la matière grasse	09
Tableau 03 : composition en protéines de la matière azotes.....	10
Tableau 04 : composition de la matière saline (En gramme par litre de lait)	11
Tableau 05 : regroupement des espèces bactériennes leurs activités et leurs caractéristiques	12
Tableau 06 : réalisation en production et agrégats financier	12
Tableau 07 : coliformes totaux	47

Listes des figures

Diagramme : composition chimique globale du lait	07
Figure 01 : principe de fonctionnement de séparateur centrifuge	22
Figure 02 : principe de standardisation directe en ligne de la crème Et du lait	23
Figure 03 : principe de fonctionnement d'un échangeur à plaque	25
Figure 04 : changement de la teneur en gras au cours De démarrage et arrêt d' pasteurisateur	26
Figure 05 : principe de fonctionnement d'un homogénéisateur	26
Figure 06 : évolution de la production de lait	42
Figure 07 : évolution de la collecte de lait locale	43
Figure 08 : le matériel utilise pour l'affinage du camembert	48
-Tanks	48
-Le matériel de réchauffement	49
-Les moules	50
-Les cuves	51

Liste des références :

- Jussiaux G, 1980 .Cours d agriculture moderne .Ed . La maison rustique, Paris p 496,515.
 - Larpent J.P.et Larpent - Gourgaud M ,1985 .Élément de microbiologie .Ed. Herman des sciences et des arts .p :3344,352-354.
 - Larpent J.P ,1997. Microbiologie alimentaire .Ed .Tec & Doc. Lavoisier, Paris .p : 1037.
 - Luquet F.M, 1985. Laits et produits laitiers .Ed. Tec &Doc. Lavoisier p :424,425,656.
 - Mohtadji-Lamblais C, 1989.Les aliments .Ed. Maloine, Paris. Pp : 203.
 - le monde agricole au XXI^e siècle , le lait. P : 374
 - Plumes C, 1971. Le livre du fromage.Encyclopédie des fromages du monde :p 16, 20,50,54.
 - Ramet J.P, 1997.Les agents de transformations du lait .In le fromage .Ed .Tec & Doc.3^{emc} édition Lavoisier, Paris .101-107.
 - Rey A, 1994.Le ropert.Dictionnaire historique de la langue française, p : 1487.
 - Schanenberg P.et Paris F ,1977.Guide des plantes médicinales de la chaux et nieste. p :56,82.
 - Tranchant C, 1996.Lait cru, être ou ne pas être ? Centre de recherche et de développement sur les aliments. Québec, Canada .p .19.
 - Veissyre R, 1979.Technologie du lait, construction, récolte. Traitement et transformation, 3^{emc} édition la maison rustique, Paris ,p:714-716.
- Zahaf,rapport de stage, analyses du lait et des produits laitiers 1998. P : 14, 16

BIBLIO-NET

- Site 1 :http://fr.wikipedia.org/wiki/Conservation_des_aliments
- Site2 :http://www.lintemaute.com/femmes/cuisine/encyclopedie/fiche_composant/l_58/camembert.shtml
- Site3 :<http://www.easvfrenchcook.fr/produit/camembert-793>
- Site4 :<http://faculty.ksu.edu.sa/kamelsmida/Mv%20Master/CHAP1.pdf> SiteS : [http :// www.m fa id. com/da i rv- fr. htm](http://www.mfa.id.com/dai rv- fr. htm)