

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn

Badis de Mostaganem

*Faculté des sciences de la
nature et de la vie*



جامعة عبد الحميد بن باديس

مستغانم

كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté par

Ouabel Besma

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Biotechnologie Alimentaire

THEME

**Etude nutritionnelle et microbiologique d'un
fromage à pâtes molles de type camembert issu
d'un lait de vache en moyenne lactation**

Soutenue publiquement le 27 / 06 / 2016

Devant Jury :

Président : M^r .Ait Saada. DJ U. Mostaganem

Encadreur : M^r .BEKADA. A U. Mostaganem

Examineur : M^r .Chaalal. M U. Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire : Université Mostaganem

Remerciement

Avant tout je remercie «Allah» le tout puissant qui m'a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail.

Merci de m'avoir éclairé le chemin de la réussite.

*Je tiens à remercier vivement **Mr Dr BEKADA**, pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant de m'encadrer; pour sa disponibilité tout au long de l'élaboration de ce mémoire, pour son aide, ses critiques et ses suggestions, qui ont été pour moi d'un grand apport.*

*Je remercie vraiment madame **BENGENDOUZ A** pour Ses judicieux conseils, ses chaleureux encouragements et plus particulièrement pour sa patience durant la réalisation de ce travail.*

***Mr Ait Saada DJ et Mr Chaalal M** qui a bien voulu accepter de jury ce travail, je les remercie très vivement.*

Je remercie les techniciens de laboratoire de microbiologie et de biochimie.

Enfin, je remercie tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

A vous tous, un grand Merci.

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail réalisé grâce à l'aide de dieu tout puissant à :

La mémoire de mon cher regretté Père Allah yarahmou.

Ma très chère Maman pour son soutien, son amour et sa présence dans les moments durs.

Mon chère amie qui ma toujours encouragé et soutenu durant toutes mes années d'études.

Mes frères :

«Rabeh, Ali, Abd el Kader, Abd er Rahim et Mohamed el amine».

Mes très chères sœurs :

« Amel, Fati, Ghania, Bakhta, Yara, Inesse, Samare, Bessouma ».

Mes très chers amis (es).

Ainsi que mes amies de la promotion :

« Biotechnologies alimentaires 2015/2016 »

Tous mes autres collègues.

Merci à tous.

Liste des tableaux

Tableau N°01 : composition générale du lait de vache.

Tableau N°02 : caractéristique physique du lait.

Tableau N°03 : composition chimique moyenne du camembert pour 100g de produit frais.

Tableau N°04 : représente le milieu utilisé et l'incubation de certains germes recherchés.

Tableau N°05 : représente pH et l'acidité du lait.

Tableau N°06 : paramètres physicochimiques du lait cru.

Tableau N°07 : variation de l'acidité et pH au cours de la fabrication.

Tableau N°08 : paramètres physicochimiques du camembert.

Tableau N°09 : représente le rendement fromager et le coefficient G.

Tableau N°10 : représente la qualité microbiologique du lait.

Tableau N°11 : résultats dénombrement streptocoques fécaux.

Tableau N°12 : représente le suivi de la flore lactique durant l'affinage.

Tableau N°13 : représente résultats d'analyses microbiologiques du camembert.

Liste des abréviations

aw : activité de l'eau

C°: Degré Celsius

D°: Degré Dornic

ESD : Extrait sec dégraissé

EST: Extrait sec totale

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

K.cal: Kilo calorie

MG: Matière grasse

MO : Matière organique

MP : Matière protéique

MS: Matière sèche

NT : Azote totale

TB : Taux butyreux

TP : Taux protéique

Liste des figures

Figure N°01 : Résumés des différents termes utilisés pour définir la composition du lait.

Figure N°02 : L'évolution de la production laitière en fonction du stade de lactation.

Figure N°03 : L'évolution du TP et TB du lait en fonction du stade de lactation.

Figure N°04 : La variation de l'acidité du lait en fonction du stade de lactation.

Figure N°05 : La variation de la densité du lait en fonction du stade de lactation.

Figure N°06 : Schéma générale de la fabrication des fromages.

Figure N°07 : diagramme des différentes étapes de fabrication du camembert.

Figure N°08 : Représente les valeurs de pH et l'acidité du lait cru.

Figure N°09 : Représente les paramètres physicochimiques du lait cru.

Figure N°10 : La variation de l'acidité et pH au cours de la fabrication.

Figure N°11 : Les paramètres physicochimiques du camembert.

Figure N°12 : Représente le rendement fromager et le coefficient G.

Chapitre 01 : Résultats physicochimiques

Les produits laitiers jouent un rôle très important en alimentation humaine. Les fondements de la transformation du lait en produits laitiers reposent sur l'influence des facteurs biochimiques (composition), physico-chimiques (pH, force ionique, couple temps / température) et biologiques (action des enzymes ou des flores) sur la stabilité de ce système.

De tous les produits laitiers, les fromages figurent sans doute parmi les plus anciens, ils furent longtemps, la seule forme de conservation de lait, les plus intéressants pour leur valeur alimentaire les plus variés par les apparences et les caractères, les plus prestigieux par leur personnalité et leur qualité gustatives.

Parmi les produits laitiers, le camembert est défini comme étant un fromage à pâte molle ; à caillé non divisé en forme de cylindre plat, c'est un fromage affiné à moisissure superficielles.

Il est l'un des produits laitiers qu'est souvent sujets à différentes contaminations soit au cours de la transformation à l'usine ou durant le stockage chez le consommateur.

Cette étude consiste à évaluer la qualité nutritionnelle et microbiologique d'un fromage à pâtes molles de type camembert issu d'un lait de vache en deuxième stade de lactation, ainsi que l'évolution des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de ce type de fromage durant la fabrication.

Chapitre 01 : Résultats physicochimiques

Sommaire

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Abréviation

Introduction

Partie01 : Revue bibliographique

Chapitre 01 : Généralités sur le lait cru

1-Définition.....	02
2-Définition du Lait cru	02
3-Définition de la traite du lait de vache	03
4-Hygiène de la traite	03
5-Qualité du lait	04
5-1-Qualité technologique	04
5-2-Qualité esthétique.....	04
5-3- Qualité nutritionnelle	04
6-Spécification du lait	05
7-Caractères et paramètres du lait :.....	05
- Caractères physiques	05
- Caractères microbiologiques	05
- Paramètres physicochimiques	05

Chapitre 01 : Résultats physicochimiques

8- Caractéristique physique du lait	06
9- Valeur énergétique du lait de vache	07
10- Valeur nutritive du lait et des produits laitiers	07

Chapitre 02 : L'influence du stade de lactation.

1- Variation de la composition du lait de vache.....	09
2- Influence du stade de lactation sur la production laitière.	10
3- Influence du stade de lactation sur l'évolution du TP et TB du lait.	10
4- Influence du stade de lactation sur l'acidité et la densité du lait.....	11

Chapitre 03 : Généralités sur le fromage.

1- Historique	13
2- Définition du fromage	13
3- Techniques de fabrication générales.....	14
3-1- Principes généraux	14
4- Les étapes de la fabrication du fromage	14
5- Présentation de la pâte molle	15
6- Historique du camembert	15
7- Définition du camembert	15
8- Technologie de fabrication des fromages à pâte molle type camembert.....	16
8-1. standardisation	16
8-2. Pasteurisation	16
8-3- Ensemencement et maturation	17

Chapitre 01 : Résultats physicochimiques

8-3-1- Pré maturation du lait	17
8-3-2 .Maturation	17
8-4- Emprésurage et coagulation	17
8-4-1- Emprésurage	17
8-4- 2- Coagulation	17
8-4- 2- 1- Coagulation acide	17
8-4- 2- 2- Coagulation par voie enzymatique	18
8-4-2-3- Coagulation mixte	18
8-5-Travail du caillé	18
8-5-1.Découpage et tranchage	18
8-5-2.Brassage	18
8-6- Moulage et égouttage	19
8-6-1-Moulage.....	19
8-6-2-Egouttage	19
8-7-Démoulage et salage	19
8-7-1-Démoulage	19
8-7-2-Salage	19
8-8-Ressuyage	20
8-9-Affinage	20
8-10-Conditionnement –Emballage	20
8-11-Conservation du camembert	20
9-Place du fromage dans la couverture des besoins nutritionnels	22

Partie 02 : Revue pratique

Chapitre 01 : Partie expérimentale

1-L'objectif de l'étude	23
2-Lieu de l'étude	23
3-Prélèvement des échantillons de laits	23
4- Les Procédés de fabrication du fromage à pate molles type camembert...	24
4-1) préparation du lait.....	24
4-2) Maturation.....	24
4-3) Emprésurage et coagulation	24
4-4) Tranchage, brassage et soutirage	24
4-5) Moulage	24
4-6) Egouttage et démoulage	25
4-7) Salage	25
4-8) Ressuyage	25
4-9) Affinage	25
4-10) Stockage et conditionnement	25

Chapitre 01 : Résultats physicochimiques

Chapitre 02 : Les analyses physicochimiques

1-Méthode d'analyse	26
---------------------------	----

2- Pour le lait

2-1-Détermination de l'acidité du lait	26
--	----

2-2-Mesure de pH	26
------------------------	----

2-3- Détermination de la densité et de la température du lait ; de la matière sèche ; la matière grasse ; la matière protéique	27
--	----

2-4- L'extrait sec dégraissé(ESD).....	27
--	----

3-Suivi de pH et l'acidité du fromage fabriqué

3-1-Mesure du pH	28
------------------------	----

3-2-Détermination de l'acidité	28
--------------------------------------	----

4- pour le fromage fabriqué (PATE MOLLE TYPE CAMEMBERT)

4-1-Détermination de la teneur en matière grasse.....	28
---	----

4-2-Détermination de l'extrait sec total	29
--	----

4-3- l'extrait sec dégraissé(ESD)	29
---	----

4-4-Détermination de la matière protéique	29
---	----

4-5-Détermination de la matière organique	30
---	----

4-6-Le rendement fromager	31
---------------------------------	----

4-7-le coefficient G.....	31
---------------------------	----

Chapitre 03 : Les analyses microbiologiques

1- Objectifs	32
--------------------	----

Chapitre 01 : Résultats physicochimiques

2-Nécessités	32
--------------------	----

3-Pour le lait

3-1-Technique de dilution.....	33
3-1-1-Préparation de la solution mère	33
3-1-2-Dilutions décimales	33
3-2-Recherche des coliformes totaux et fécaux	33
3-3-Dénombrement des germes aérobies totaux	34
3-4-Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	34
3-5-Recherche et dénombrement de <i>Clostridium sulfito réducteur</i>	35
3-6-Recherche des levures et moisissures	36
3-7- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	36
3-8-Recherche et dénombrement de la flore lactique	37

4-Dénombrement de la flore lactique

4-1-Préparation de la suspension mère	38
4-2-Préparation de la solution décimale	38
4-3- Dénombrement de la flore lactique	38

5-Pour le produit finit

5-1-Recherche des coliformes totaux et fécaux	39
5-2-Recherche des <i>Staphylocoques aureus</i>	40
5-3-Recherche des <i>Salmonelles</i>	40
5-4- Recherche des <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	41
5-5-Dénombrement des germes totaux	42

Chapitre 01 : Résultats physicochimiques

Partie 03 : Résultats et discussion

Chapitre 01 : Résultats physiques chimiques

1-Résultats d'analyse physico-chimique du lait cru.....	43
2-Variation de l'acidité et pH au cours de la fabrication.....	45
3- Résultats des analyses physicochimiques du produit fini	46
4-Résultats du rendement fromager et le coefficient G.....	48

Chapitre02 : Résultats microbiologiques

1-Résultats microbiologie du lait	49
2- Résultats de la bactérie lactique	51
3- Qualité microbiologique du produit fini	52

Partie 04 :

Conclusion

Références bibliographiques

Annexe

1-Définition

Le lait a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des fraudes à Genève comme étant : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum ».

Le terme « Lait » sans qualificatif, désigne le lait de vache, c'est un liquide très aqueux mais dont la composition pondérable en glucide, lipides et protéines est remarquablement équilibrée, avec en plus un choix intéressant en sel, en vitamine et en enzyme. Le pouvoir calorifique est de 650 calories environ pour 1000g de lait. Le lait de vache est un excellent aliment pour l'homme (**Alais et Linden, 2004**).

2-Définition du Lait cru

Lait (tel que défini par la norme générale codex pour l'utilisation des termes de laiterie) qui n'a pas subi de traitement thermique à plus de 40°C ou tout autre traitement ayant un effet équivalent (**CODEX ALIMENTARIUS, 2007**)

Désigne un lait animal brut, qui n'a pas subi de pasteurisation, de stérilisation, de thermisation, ou de microfiltration. Un lait cru n'a jamais excédé de température de 40°C c'est-à-dire proche de la température du corps animal.

La consommation du lait cru a cessé principalement dans les milieux urbains occidentaux ; après la découverte de la pasteurisation en 1864, mais elle s'est maintenue dans les milieux ruraux (**CAUTY&PERREAU, 2004**)

Le lait est un produit rapidement périssable, il doit être refroidi aussi vite que possible après la traite et ne peut être stocké pendant plus d'un ou deux jours à basse température ; il doit être consommé ou transformé rapidement (**GUIDE TECHNIQUE LAITIER ; 2010**).

3-Définition de la traite du lait de vache

La traite est la culmination du travail de sélection, d'alimentation et de gestion du troupeau. Tous les efforts entrepris par le producteur pour obtenir une production laitière rentable culminent avec le travail de traite : la récolte du lait. La traite doit être un travail routinier fait de manière hygiénique chaque jour de lactation. La traite récolte le lait qui s'accumule dans la citerne de la glande mammaire et les canaux lactifères au moment de la préparation du pis. Une bonne manipulation du lait ne peut pas améliorer sa qualité, mais une pauvre manipulation peut rendre le lait peu satisfaisant pour la consommation humaine. (HOMAN&WATTIAUX ; 2002)

4-Hygiène de la traite

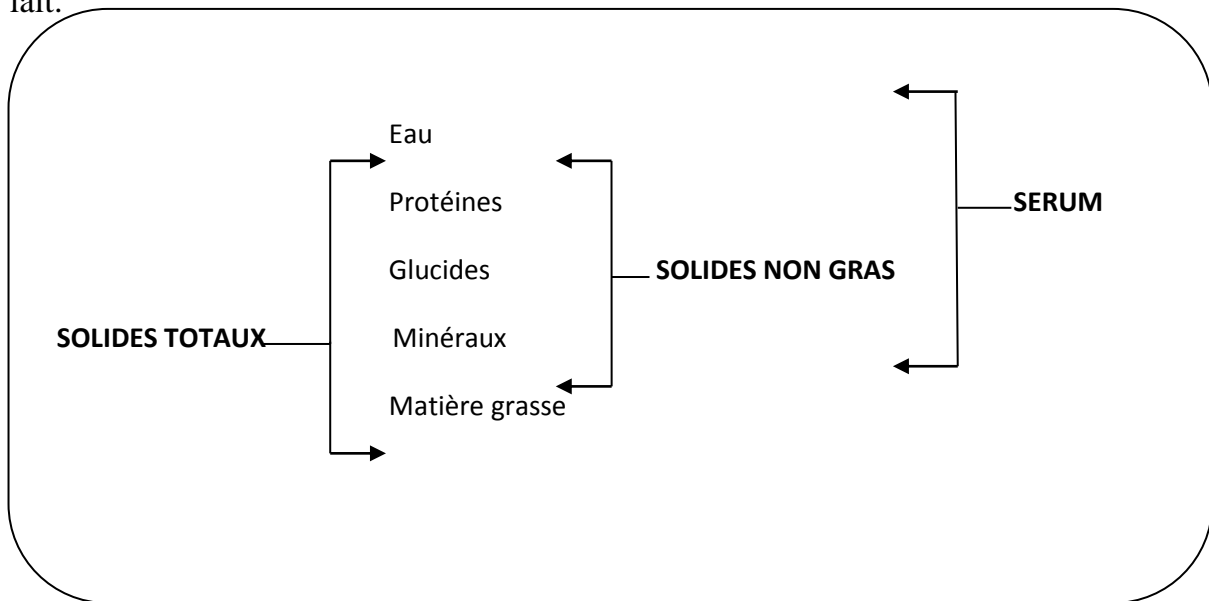
Le trayeur doit revêtir des vêtements propres et faciles à nettoyer. Il doit se laver soigneusement les mains et les avant-bras à chaque opération.

Ne pas procéder à l'affouragement pendant ou juste avant la traite, car les poussières et les germes tombent dans le lait.

Tableau N°01 : Composition générale du lait de vache (science et technologie du lait, 2010)

Constituants majeurs	Variations limites(%)	Valeur moyenne(%)
Eau	85,5 - 89,5	87,5
Matière grasse	2,4 - 5,5	3,7
Protéines	2,9 - 5,0	3,2
Glucides	3,6 - 5,5	4,6
Minéraux	0,7 - 0,9	0,8
Constituants mineurs : enzymes, vitamines, pigments, cellules diverses, gaz		

Figure N°01 : Résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait.



5-Qualité du lait :

On peut définir la qualité d'une manière générale par l'aptitude du produit à satisfaire des besoins donnés, c'est-à-dire à répondre aux attentes des utilisateurs (CAUTY&PERREAU, 2004).

Il ya donc trois composantes de la qualité :

5-1-Qualité technologique :

Dépend la composition chimique sur taux protéique (le rendement fromager est directement lié au TP du lait ainsi qu'un bon caillage) et taux butyrique (qualité du beurre, crème,.....etc.)

5-2-Qualité esthétique :

Une autre caractéristique favorise la consommation du lait est son attrait esthétique. Ce dernier est un élément désirable mais non essentiel à la qualité du lait.

5-3- Qualité nutritionnelle :

La vache assure de loin la plus grande part de la production mondiale de lait (90%) même en pays tropicaux (70%) (FAO ; 2011).

Le lait secrété par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques connues et contiennent les mêmes catégories de composants qui varient d'une espèce à l'autre.

6-Spécification du lait :

- Le lait ne doit pas :
 - Etre coloré, malpropre ou malodorant.
 - Provenir d'animaux atteints de maladies contagieuses ou de mammites.
 - Contenir notamment des résidus antiseptiques, antibiotiques et pesticides.
 - Coaguler à l'ébullition.
 - Provenir d'une traite incomplète.
 - Subir un écrémage même partiel.
- En outre le lait ne doit pas subir :
 - De soustraction ou de substitution de ses composants nutritifs.
 - De traitement, autre que le filtrage ou les procédés thermiques d'assainissement susceptible de modifier la composition physique ou chimique sauf lorsque ces traitements sont autorisés (**JORA n°69**).

7-Caractères et paramètres du lait :

❖ Caractères physiques

Le lait est un liquide opaque, d'un blanc mat porcelaine due à la diffusion de la lumière par les micelles de colloïdes, sa couleur jaunâtre est due à la présence de la matière grasse et sa richesse en lactose qui donne une saveur douceâtre.

❖ Caractères microbiologiques

Le lait contient peu de micro-organismes lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml et moins de 1 coliforme/ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes : *Micrococcus*, *Streptococcus lactiques*, *Lactococcus* et *Lactobacilles*.

D'autres micro-organismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade : ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire. Il peut s'agir d'agent de mammites c'est-à-dire d'infection du pis : *Streptocoques pyogenes (Streptocoques)*, *Corynebacteries pyogènes*, *Staphylocoques*, etc.

Il peut s'agir aussi de germes d'infection générale qui peuvent passer dans le lait en l'absence d'anomalies du pis : *Brucella*, agent de la fièvre de Malte et exceptionnellement *Listeria monocytogenes*, agent de listériose ; *Mycobactérium*, agent de la tuberculose ; *Bacillus anthracis*, agent du charbon (Larpen, 1997).

❖ Paramètres physicochimiques

Densité = 1,034.

Température = 15°C.

Chaleur spécifique = 0,93°C.

Point de congélation = - 0,55°C.

L'acidité = 16-18° Dornic.

Viscosité = 4,28 à T= 0°C ; 1,64 à T= 30°C

Indice de réfraction = 1,35 à T = 20° C.

8- Caractéristique physique du lait

Tableau N°2: Caractéristique physique du lait (GUIDE TECHNIQUE LAITIER, 2010)

Paramètres	Valeurs
Acidité titrable	15°D - 18°D
P H	6,6 à 6,8
Densité	1,028 - 1,036
Température de congélation	-0,51°C à -0,55°C

9-Valeur énergétique du lait de vache :

Le lait de vache est une source importante d'énergie représentant 700Kcal/L. cette caractéristique peu probablement explique de nombreuses observations de gain de poids chez l'enfant malade (DESJEUX ; 2012).

10-Valeur nutritive du lait et des produits laitiers :

Le lait et les œufs sont les seuls aliments complets connus l'état naturel du fait qu'ils contiennent des quantités significatives des quelques 55 nutriments essentiels la vie. En regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments ; on le considère donc comme un aliment de forte densité nutritionnelle. Le lait n'est cependant pas un aliment parfait ; car il ne contient pas à l'état naturel de fibres et que son contenu en certains nutriments ; dont le fer et la vitamine D, demeure relativement faible.

De plus, les besoins nutritionnels évoluent considérablement en fonction de l'âge, comme c'est le cas entre autres pour le calcium .de même, les apports journaliers recommandés en protéines passent de 1,2g par Kilogramme de poids par jour à 0,86 g entre l'âge d'un an et l'âge adulte, Néanmoins, on conseille de consommer du lait et des produits laitiers à tous les âges de la vie.

Le lait et les produits laitiers constituant une bonne, et même une excellente source de certains nutriments qui se retrouvent en concentration élevée dans ces aliments.

L'importance de leur consommation permet de déterminer l'apport en nutriments pour l'ensemble de la population et même de calculer la contribution d'une portion de référence aux apports journaliers recommandés.

Ce sont donc ces nutriments qui ont une signification particulière pour la santé, autant en ce qui concerne la croissance normale des enfants que le maintien en santé et la prévention des maladies à tout âge de la vie, Par ailleurs, la concentration ou l'intégrité de ces mêmes nutriments peut subir des modifications à la suite des différents traitements industriels appliqués au lait. (**Science et technologie du lait, 2010**)



1-Variation de la composition du lait de vache :

La composition du lait peut varier considérablement ; parmi les nombreux facteurs ; les mieux connues sont les suivants :

- La race de vache
- L'alimentation
- Le stade de lactation
- Les maladies (mammites)

La chute inattendue de la concentration en lactose (ou de la concentration en « solide ») indique que l'eau a été ajouté après la traite (le lait a été mouillé). La saveur de lait provient principalement de certains acides gras, constituants normaux des matières grasses. Certains aliments ingérés par la vache contiennent des acides gras qui passent dans le lait et influencent son goût. Exemple : les navets et les choux sont bien connus pour impartir au lait une saveur indésirable.

Lorsque le lait est produit dans un système de vêlage saisonnier (ex : Nouvelle-Zélande) pratiquement toutes les vaches sont au même stade de lactation à un moment donné. Ceci aura des conséquences primordiales au niveau de la fabrication des produits laitiers qui nécessitent une composition de lait aussi constante que possible.

La composition du lait change aussi avec l'inflammation du pis (mammites). La gravité de l'infection détermine la quantité de lait perdue non seulement au moment de l'infection, mais aussi pour le reste de la lactation. Lors d'une mammite la qualité du lait est réduite et sa composition modifiée (**Guide technique laitier, 2010**).



2-Influence du stade de lactation sur la production laitière :

La production laitière évolue selon l'avancement des stades de lactation (**figure N°02**). En effet, elle atteint son maximum durant le premier stade puis diminue à partir du deuxième stade et atteint son minimum à la fin du troisième stade. Selon **Coulon et al.,(1995)** ; **Craplet, (1973)**, la quantité journalière de lait sécrétée continue de diminuer avec l'avancement de la lactation.

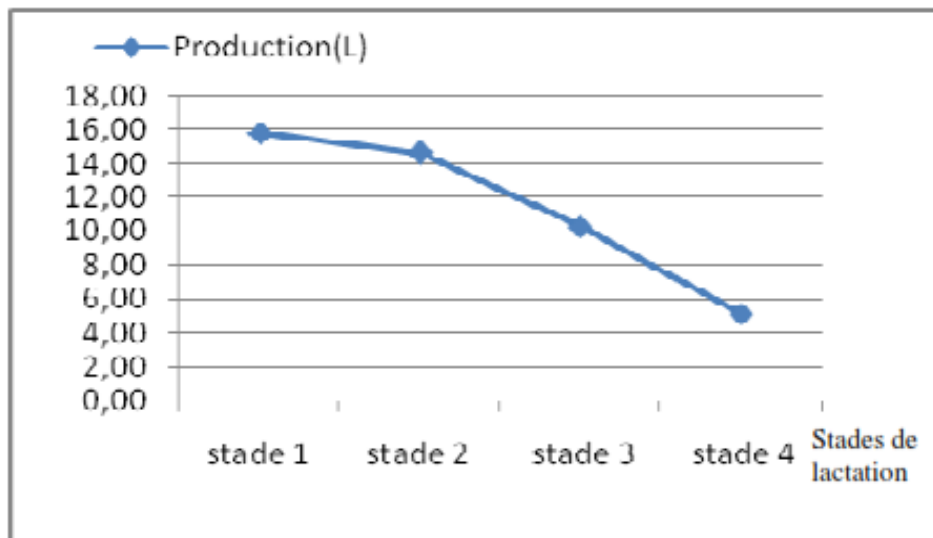


Figure N°02: évolution de la production laitière en fonction du stade de lactation.

3-Influence du stade de lactation sur l'évolution du TP et TB du lait :

Le TP et TB du lait suivent une évolution presque linéaire avec l'avancement de la lactation, les taux les plus élevés correspondent au dernier stade, le TP et TB présentent un minimum respectivement en deuxième et troisième mois de lactation et augmentent ensuite linéairement jusqu'au tarissement (**Khelit, 2003**).

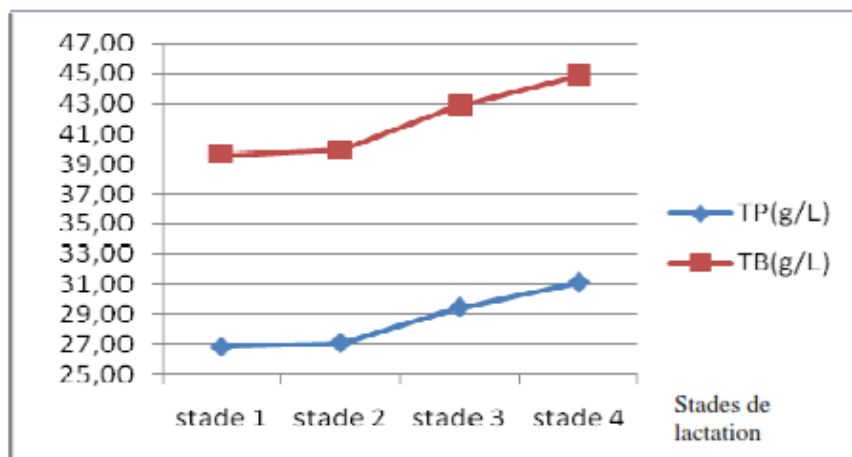


Figure N°03: l'évolution du TP et TB du lait en fonction du stade de lactation.

4-Influence du stade de lactation sur l'acidité et la densité du lait :

La valeur de l'acidité du lait a tendance à décroître avec le stade de lactation (**figure N°04**) En effet le lait semble plus acide au premier stade pour devenir moins acide à la fin de la lactation.

La densité évolue de manière inversement proportionnelle à celle du TB, car le lait le plus dense correspond à celui du première stade de lactation(1,029) et le moins dense est obtenu au dernier stade de lactation (1,026) ou le TB est le plus élevé (**Figure N°05**). (Mathieu 1997).

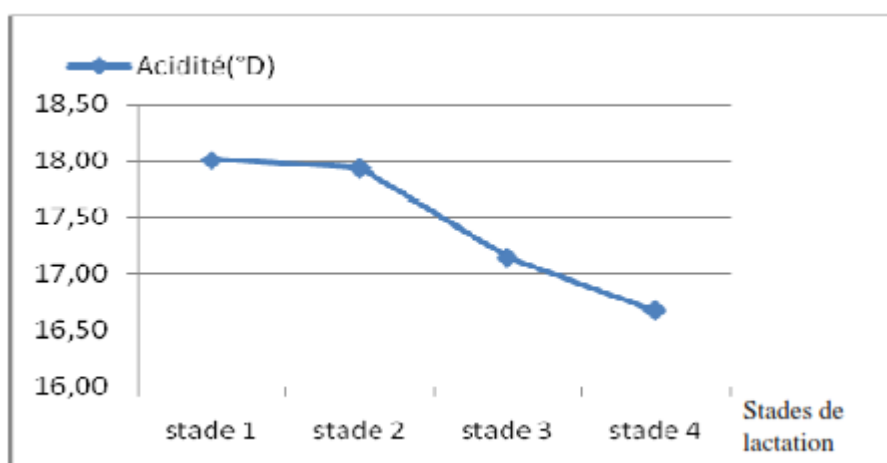


Figure N°04: La variation de l'acidité du lait en fonction du stade de lactation.

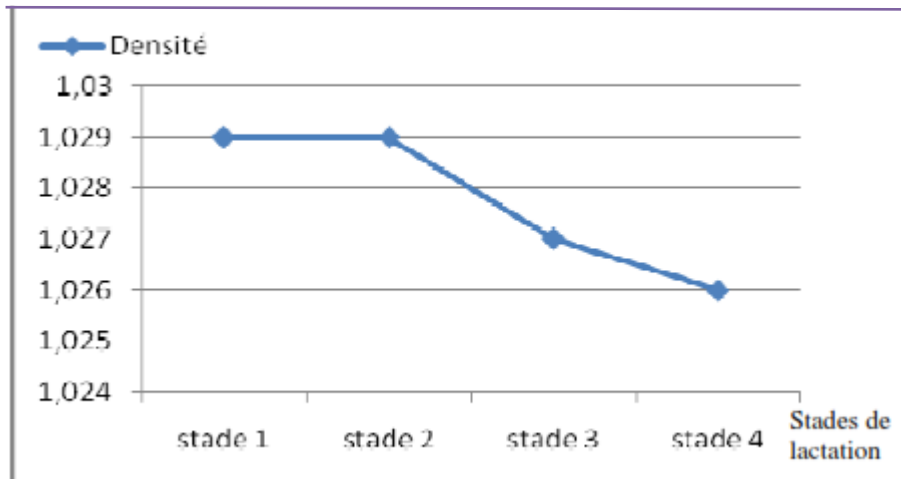


Figure N° 05: La variation de la densité du lait en fonction du stade de lactation.

1-Historique

Non seulement le lait se consomme à l'état nature, il peut également subir différentes biotransformations qui contribuent à élargir considérablement ses qualités sensorielles et nutritionnelles, l'un des dérivés de ces transformations est le fromage, de l'ancien français « fromage » (du latin formaticus, c'est -à -dire fait dans une forme).

La première occurrence de l'utilisation d'un fromage comme aliment inconnue. Les ethnologues tiennent la preuve que l'homme connaît depuis longtemps le phénomène de coagulation du lait depuis la découverte, sur les rives du lac Neuchâtel, de moules à cailler datant de 5000 ans av.J-C.

Cependant, l'origine exacte de la transformation du lait en fromage est incertaine.

On s'entend pour dire que le fromage serait originaire du Sud-ouest asiatique et daterait d'environ 8000 ans.les Romains auraient stimulé le développement de nouvelles variétés durant invasion de l'Europe entre 60 av.J-C.et 300 apr.J-C.

Leur influence s'est reflétée dans l'étymologie : en effet, le mot latin caseus, signifiant fromage, est la racine qui donnera le mot caséine en français, nom qui désigne les protéines coagulables du lait. (**Science et technologie du lait, 2010**)

2-Définition de fromage :

Le fromage, selon la norme codex, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum : caséine ne dépasse pas celui du lait. On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, on peut aussi faire appel à des techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait de manière à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et sensorielles similaires à celles de la définition précédente (**Carol,2002**).

3-Techniques de fabrication générales

3-1-Principes généraux :

La variété des fromages s'explique par la capacité de régler trois facteurs essentiels :

- ✓ L'activité de la présure, qui oriente la fabrication soit vers un caractère présure du caillé et une rétention du calcium, soit vers un caractère lactique qui provoque une dissociation puis un étirement de la caséine durant la coagulation.
- ✓ L'activité fermentaire, donnant l'acidité finale de la caillebotte, de cette activité dépend la minéralisation finale de la pâte, son pouvoir tampon et donc sa capacité de contrôler le développement des microorganismes lors de l'affinage.
- ✓ La teneur en eau résiduelle du jeune fromage, déterminant le rendement fromagère. (science et technologie du lait, 2010).

4-Les étapes de la fabrication du fromage :

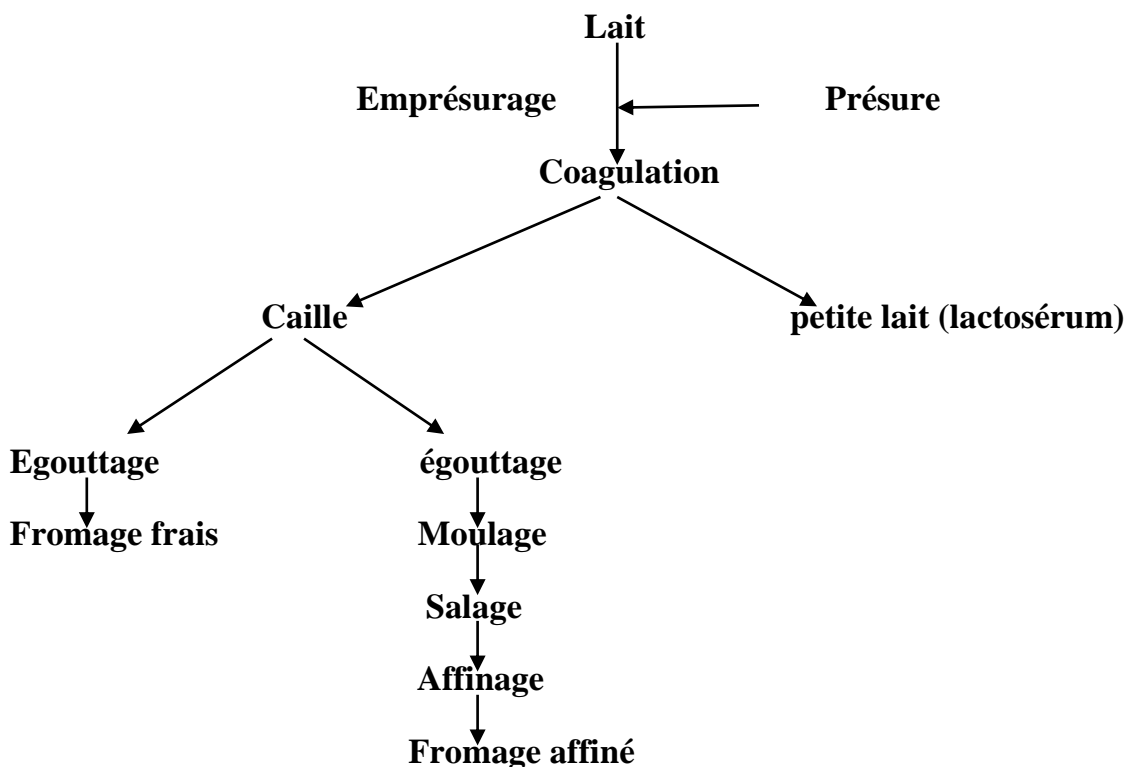


Figure N°06 : Schéma général de la fabrication des fromages (Roudaut 2005).

5-Présentation de la pate molle :

Dans les pates molles, nous avons deux catégories se différencient par leur affinage :

Les pates molles à croûte fleurie (moisissures externes se type *penicillium candidum*) : le Camembert, le Brie, le Saint –Marcellin.....etc.

Les pates moles à croûte lavée, exemple : Munster, le Mariolle.....etc.
(Christophe, 1991)

6-Historique du camembert :

Le fromage camembert est le plus célèbre des fromages, originaire de Normandie. Il est fabriqué aujourd'hui dans la plupart des régions françaises. Ce type de fromage reste attaché au nom du « Marie HAREL », qui en mettait une dernière main à un fromage révolutionnaire au nom de son village origine **(Veysseyre, 1975)**.

7-Définition du camembert :

Par référence à la norme codex alimentaire n°33 (1973) le camembert est un fromage en forme de cylindre plat, recouvert uniformément de moisissures blanches. La masse interne du camembert est de type pâte molle légèrement salée obtenue par égouttage spontané d'un caillé mixte non divisé, en forme de cylindre plat d'un diamètre de 10,5 à 11cm et de 3cm d'épaisseur. Il est fabriqué exclusivement avec du lait de vache emprésure, à pâte légèrement salé, à moisissures superficielles, renfermant au moins 40g de matière grasse pour 100g de fromage (40%MG). Après complète dessiccation le poids totale de la matière sèche ne doit pas être inférieur à 110g (M.S \geq 110g la pièce). **(Veysseyre, 1975)**.

Tableau N°3 : composition chimique moyenne du camembert pour 100g de produit frais (Eck, 1987).

Eau (g)	Energie (kcal)	Glucide (g)	Lipide (g)	Protéine (g)	Calcium (mg)	Magnésium (mg)	Potassium (mg)
50	310	4	24	20	400	20	150
Sodium (mg)	Zinc (mg)	Vitamine A (UI)	riboflavine (mg)	Phosphore (mg)			
700	5	1010	075	250			

8-Technologie de fabrication des fromages à pâte molle type camembert:

8-1.standardisation :

Dans les usines d'envergure ; la production de lait avec une teneur en matière grasse définie, appelée généralement standardisation, se fait en continu au moyen d'un appareil automatisé le standardisateur.

L'opération s'y fait en deux étapes,

Dans la première étape, il y a séparation de la crème et du lait écrémé par une centrifugeuse à disque (écrémeuse), la force centrifuge permet, en même temps, l'épuration ou la clarification du lait. On a ainsi, après l'écémage, un circuit crème et un circuit lait qui vont être remélangée ensemble, dans la seconde étape dans proportion calculées par microprocesseur en fonction du pourcentage de gras désiré dans le lait standardisé (Carole, 2002).

8-2.Pasteurisation :

Contrairement à la stérilisation qui se fait à une température à 100°C et qui pour but de détruire tous les microorganismes pouvant se développer dans le produit, la pasteurisation se fait à une température inférieure à 100°C et ne vise à détruire que les bactéries pathogènes présentes sous forme végétative (Carole, 2002).

8-3- Ensemencement et maturation :

8-3-1- Pré maturation du lait :

Selon (Richard et Auclair) ; la pré maturation du lait 15-16 h à 10-12°C en présence d'une petite quantité de levain lactique (0,1%) a pour effet de favoriser la coagulation et de restaurer les qualités du gel. Associé à une addition de chlorure de calcium, elle se révèle une méthode de correction efficace, le temps de prise est notablement réduit. Le raffermissement du gel est plus rapides, la fermeté maximale plus grande et la synthèse est accrue (Eck, 1987).

8-3-2 .Maturation :

Phase d'action des ferments lactiques avant la coagulation (0 ,5 à 1%) de levains mésophiles, 10-15h à 10-12°C (Christophe, 1991).

8-4- Emprésurage et coagulation :

8-4-1- Emprésurage :

Le lait est soutiré en bassines.

Températures du lait : 28 à 33°C, suivant acidité.

Dose de présure : 15 à 25 ml /100L.

Acidité du lait : 22 à 23°D.

Température de la salle environ 25°C. (Christophe,1991) .

8-4- 2- Coagulation :

On a distingue 3 tupes de coagulation :

8-4- 2- 1- Coagulation acide :

Elle consiste à précipiter les caséines à leur point isoélectrique ($\text{Phi} = 4,6$) par acidification biologique à l'aide de ferments lactiques qui transforment le lactose en acide lactique ou par acidification chimique (injection de CO_2 , addition du glucono-f-

lactone ou ajout de protéines sériques à Ph acide). La voie chimique (acide organique) est uniquement utilisée en France pour la standardisation du Ph du lait avant emprésurage. L'addition d'acide minérale n'est quant à elle pas autorisée. (**Romain et al ; 2007**).

8-4- 2- 2- Coagulation par voie enzymatique :

Elle consiste à transformation le lait de l'état liquide à l'état de gel par action d'enzymes protéolytiques, les plus souvent d'origine animale (**Romain et al ; 2007**).

8-4-2-3- Coagulation mixte :

Elle résulte de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification. La multitude de combinaisons conduisant à différents états d'équilibres spécifiques est à l'origine de la grande diversité des fromages à pâte molle et à pâte pressé non cuite (**Romain et al ; 2007**).

8-5-Travail du caillé :

8-5-1.Découpage et tranchage :

Le tranchage consiste à découper le gel en portions égales et plus ou moins grandes afin d'augmenter la surface d'exsudation de l'lactosérum. L'égouttage est d'autant plus important que la taille des grains de caillé diminue (**Mahaut et al, 2000**).

8-5-2.Brassage :

Le brassage évite la soudure du grain de caillé en maintenant libre les surfaces d'échanges. Pour les caillés à coagulation acide dominante et à caractère mixte (pâte molle, la reprise en masse est inexistante et le brassage est facultatif.

Il permet en outre d'améliorer le transfert de chaleur lorsque le caillé est chauffé (**Mahaut et al, 2000**).

8-6- Moulage et égouttage :

8-6-1-Moulage :

Effectué dans une salle ayant une $T^{\circ}=20-22^{\circ}\text{C}$ (**Christophe, 1991**).

Le moulage est la mise en moule du caillé. Quoique le but de celui-ci est de donner la forme finale au fromage. Mais il a un rôle complémentaire de l'égouttage ce-ci, grâce à la pression que subit le caillé lors des retournements successifs (**Eck, 1987**).

8-6-2-Egouttage :

Cette phase consiste en l'élimination plus ou moins grande du lactosérum emprisonné dans les mailles du gel formé par voie acide et/ou enzymatique (**Romain et al ; 2007**).

8-7-Démoulage et salage :

8-7-1-Démoulage :

Sur toile ou grille (**Christophe 1991**).

pH fromage compris entre 4,75 et 4,80 (**Luquet, 1990**).

8-7-2-Salage :

Le salage peut s'effectuer selon deux techniques :

Salage à sec par saupoudrage superficielle, par frottement ou par incorporation dans la masse du caillé (Cantal, Cheddar).

Salage en saumure par immersion dans une solution saturée en NaCl (317,8 g/l) masse volumique ($1024\text{Kg}/\text{m}^3$ à 20°C).

Teneur en sel du camembert est d'environ 1,7 à 2,5 g/100 g de fromage (**Mahaut et al, 2000**).

❖ Rôle de salage :

L'incorporation de chlorure de sodium dans le fromage a pour objectifs :

- D'assure un complément d'égouttage.
- De contribuer éventuellement à la formation de la croûte.
- De régler l'activité d'eau (aw) du fromage qui oriente et freine les développements microbiennes et les actions enzymatiques au cours de l'affinage.
- D'accroît le potentiel organoleptique du fromage (**Mahaut et al, 2000**).

8-8-Ressuyage :

Le séchage en surface est plus fréquemment utilisé pour éliminer la partie d'eau excédentaire servant au développement de certaines moisissures indésirables comme (peau de crapaud) (**Jouve, 1996**)

Le ressuyage est réalisé à une température variante de 11 à 30°C et une humidité de 95% (**Eck, 1987**).

8-9-Affinage :

L'affinage est réalisé dans des hâloirs à des degrés de température variante de 12 à 13°C et une humidité variante de 85 à 90 %, et au cours du quel, il y a développement du pénicillium sur la surface supérieure et le tour de fromage (**Luquet, 1985**).

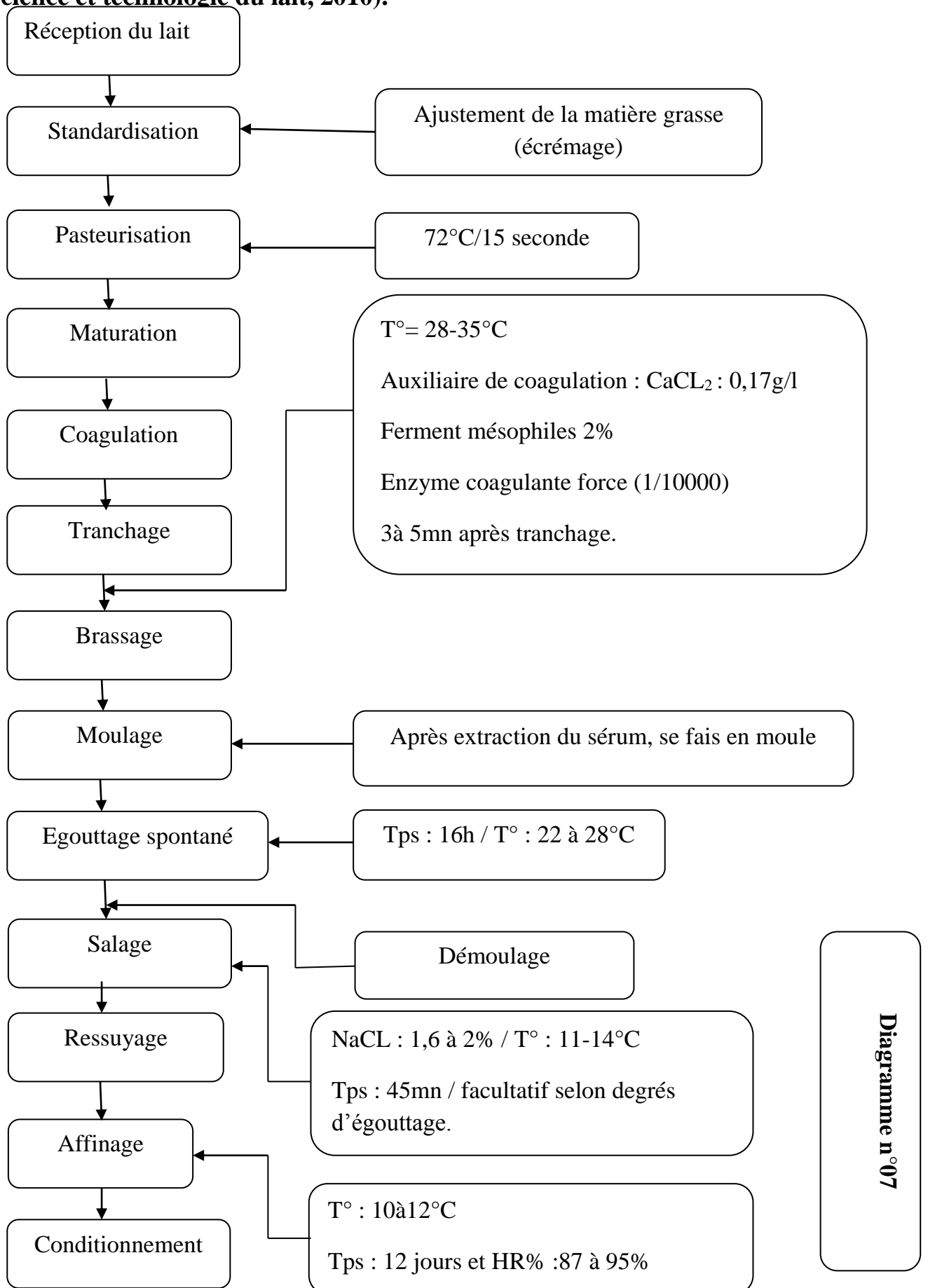
8-10-Conditionnement –Emballage :

Le conditionnement et l'emballage sont réalisés sur des lignes industrielles classiques. Afin d'éviter les chocs thermiques ; les opérations sont effectuées dans des chambres froides (**Mahaut et al, 2000**).

8-11-Conservation du camembert

La réfrigération reste la meilleure méthode pour la conservation du camembert, où la température entre 4 et 8°C dans son emballage d'origine et l'isoler du reste des aliments contenus dans le réfrigérateur, sa conservation ne dépasse pas 10 jour (**Plati, 1998**)

Figure N°07: Diagramme des différentes étapes de fabrication du camembert (science et technologie du lait, 2010).



9-Place du fromage dans la couverture des besoins nutritionnels

La composition du fromage, aliment hautement digestible, le rend intéressant pour tous les groupes d'âge. Chez l'enfant et l'adolescent dont les besoins en calcium sont élevés (de l'ordre de 800mg par jours), on conseille de sélectionner les fromages les plus riches en calcium.

En ce qui concerne la couverture des besoins vitaminiques de l'adulte on estime que les produits laitiers apportent 15% des besoins en vitamines A, 10% en thiamine, 40% en riboflavine, 30% en niacine et 25% en vitamine B12 (**Dillon & Berthlier, 1997**).

Chez la personne âgée, le fromage est en générale très bien accepté et constitue une source très importante de calcium et de protéines de haute valeur biologique. Toute fois l'existence à cet âge de troubles, souvent mineurs de la digestion des graisses, font souvent conseiller l'emploi de fromage à faible teneur en matière grasse (**ECK, 1997**).

1-L'objectif de l'étude

Le but de ce travail consiste à fabriquer un fromage à pâte molle type camembert issu d'un lait de vache en moyenne lactation, suivi de l'évaluation de la qualité nutritionnelle et microbiologique au cours de la fabrication.

2-Lieu de l'étude

L'ensemble des travaux pratiques a été effectué au niveau de laboratoire de physicochimie et de microbiologie au sein de la faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, durant la période Avril- Mai de l'année 2016.

3-prélèvement des échantillons de laits :

Les échantillons de laits destinés à la fabrication du *camembert* de notre expérimentation proviennent de 3 zones de la wilaya de Mostaganem (Hassai Mameche .Ouled Hamou et Ain Tadles)

Notre choix se repose sur la disponibilité des cheptels bovins destinés pour la production du lait. En outre, la présence de différentes races laitières nous a encouragés de voir l'impact de ce paramètre génotypique sur la qualité et la quantité du lait produit. Enfin, il est avéré que plusieurs éleveurs de l'Ouest Algérien apportent une alimentation adéquate accompagné d'un pâturage à plein temps des vaches laitières ce qui influe d'une manière direct sur la composition biochimique du lait.

4- Les Procédés de fabrication du fromage à pate molle type camembert

4-1) Préparation du lait

La matière première de base de la fabrication du camembert est le lait cru de vache.

4-2) Maturation

Après le chauffage du lait à 40°C, le lait est refroidi à 37°C, puis il subit un ensemencement des ferments (levains mésophiles et thermophiles), et penicilliums.

La maturation du lait est laissée à 7°C durant 15 à 20 min.

4-3) Emprésurage et coagulation

Le lait après maturation lactique est emprésuré. La présure est préparée dans une eau traité et salée à 6% diluée à raison 2g de présure dans 100ml d'eau.

4-4) Tranchage, brassage et soutirage

Le caillé formé au préalable subit un tranchage vertical et horizontal par un couteau spécifique en de petits dés de longueur, de largeur et d'épaisseur d'environ 1 cm.

Ensuite le caillé est brassé légèrement durant ce qui évite la reconstitution du caillé et permet une meilleure exsudation du lactosérum lors de l'égouttage.

Après 10min de repos, 1/3 du volume du lait sous forme de lactosérum est soutiré du produit par simple séparation. L'autre partie est éliminée directement dans les moules au cours de l'opération d'égouttage.

4-5) Moulage

Le caillé récupéré au terme de l'opération précédente est versé dans moules spécifiques ou il prend formes et subit un égouttage au cours du quel une grande partie du lactosérum est éliminé. Cette opération est réalisée dans des moules.

Pour accélérer le processus d'égouttage le produit dans les moules subit trois retournements : le premier après 30 minutes, le deuxième après 1heure et le troisième après 1heure 30 minutes.

4-6) Egouttage et démoulage

L'égouttage dure environ 16 heures dans une salle. Au le lendemain le caillé est démoulé.

4-7) Salage

Le caillé démoulé est immergé directement dans une saumure préparée à raison de 320g de Na Cl raffiné par 1 litre d'eau pendant 45 minutes environ dont la température du saumure = 10°C à 12°C, et la densité = 1020 à 1022.

4-8) Ressuyage

Le caillé salé est laissé par la suite se ressuyer pendant 24 heures dans un hâloir réglé à 10°C.

4-9) Affinage

L'affinage est une opération qui consiste à la maturation du fromage par voie biologique sous l'action des enzymes.

Cette opération est réalisée à une température de 12°C à 15°C et à une humidité de 95% pendant 15 jours.

Les fromages doivent être retournés une fois tous les trois jours, cette opération est à chaque fois accompagnée par une nouvelle pulvérisation de *Penicillium* en vue de permettre une bonne poussée de celui-ci.

4-10) Stockage et conditionnement

En fin d'affinage le camembert est de couleur blanche et présente une texture fondue à l'intérieur avec une croûte externe.

Le camembert après maturation est conditionné dans un film en papier spécifique permettant aux souches de maturation d'être toujours actives.

Les analyses physicochimiques

1-Méthodes d'analyses

Le contrôle visuel et physico-chimique a pour but d'analyser la matière première et le produit fini, en mesurant les différents paramètres (Ph, l'acidité, couleur, humidité, teneur en matière grasse ...). Elle présente l'avantage de signaler toute erreur de fabrication et toute modification des paramètres au cours des procédés de fabrication, et renseigne sur le remède possible à appliquer.

2- Analyses physico-chimiques du lait

2-1-Détermination de l'acidité du lait

L'acidité est le taux de l'acide lactique, elle permet de juger l'état de conservation. Le lait présente une acidité qui peut être titré par la soude en présence du phénol phtaléine virant de l'incolore au rose.

Mode opératoire

- Mettre dans un bêcher à l'aide d'une pipette 10ml de lait.
- Ajouter 3 à 4 gouttes de phénol phtaléine à 1%.
- Utiliser une burette, doser avec une solution de soude(NaOH) 0.1N jusqu'à l'apparition de virage de la couleur du mélange au rose.
- Résultat exprimé en degré DORNIC (D°).

2-2-Mesure de pH

Définition et Principe

Le pH indique la teneur d'une solution en ion H_3O^+ , il est mesuré directement avec un pH mètre.

Mode opératoire : La détermination du pH se fait directement en plongeant l'électrode dans un bêcher contenant la solution à analyser.

Lecture :

Faire la lecture de la valeur du pH en attendant jusqu'à la stabilité de l'affichage sur l'écran du pH mètre

2-3- Détermination de la densité et de la température du lait ; de la matière sèche ; la matière grasse ; la matière protéique

Sont réalisées à l'aide de lactostare

-La densité est le rapport des masses d'un même volume du lait d'eau à une température précisée.

- La matière grasse représente l'élément qui a la plus grande valeur marchande.

- La matière Sèche : résidu résultat de l'évaporation de l'eau, il nous renseigne sur le mouillage.

2-4-l'extrait sec dégraissé(ESD)

L'extrait sec dégraissé (exprimé en %) correspond à l'extrait sec total (EST) exempt de la matière grasse (MG).

Il exprimé par la formule suivante : $ESD = EST - MG$.

3-Suivi de pH et l'acidité du fromage fabriqué

Le suivi des paramètres physicochimiques concerne la mesure de pH et l'acidité du produit fabriqué chaque 48 heures durant la période d'affinage soit 14 jours du 02 /05/2016 jusqu'au 15/05/2016.

3-1-Mesure du pH

Mode opératoire

1g d'échantillon de fromage fabriqué a été homogénéisé avec 10 ml d'eau distillée, Le pH de l'échantillon a été déterminé par l'utilisation d'un pH mètre.

3-2-Détermination de l'acidité

Mode opératoire

De l'eau distillée est ajoutée à 2g du fromage finement broyé jusqu'à un volume de 20mL, cette solution a été titrée par NaOH en présence de phénolphaléine comme indicateur coloré, le résultat est exprimé en degré DORNIC (°D).

4-Détermination de la teneur en matière grasse

Mode opératoire

La matière grasse est déterminée par la méthode acido-butyrométrique de « VAN-GULIK »

On introduit 03 grammes de fromage (sans croûte) dans le godet du butyromètre.

On ajoute de l'acide sulfurique (H_2SO_4 ; $d= 1,525$) jusqu'à ajustement du niveau supérieur du godet. Le butyromètre est ensuite placé dans un bain marie à $67^\circ C$ jusqu'à dissolution complète du fromage. 01 ml d'alcool iso-amylique est ajouté et on complète par l'acide sulfurique.

On place le butyromètre dans la centrifugation pendant 05 min, le taux de matière grasse est lu directement sur le butyromètre (chaque graduation à 0,1% de MG).

4-2-Détermination de l'extrait sec total

Mode opératoire

- A partir de 3 capsules vides, faire la première pesée m_1 (Èche 01, Èche 02, Èche 03).
- Ajouter 5g de fromage dans chaque capsule.
- On met les capsules dans l'étuve pendant 04heures à 120°C.
- A la fin on laisse les capsules refroidir dans un dessiccateur, et faire la deuxième pesée m_2 .

Expression de résultat

L'extrait sec total (exprimer en %)= $(m_1 - m_2) \div E \times 100$.

m_1 = la masse de capsule avant étuvage (capsule vide).

m_2 = la masse de capsule après étuvage.

E= la masse de la prise d'essai=5g.

4-3- l'extrait sec dégraissé(ESD) :

Il exprimé par la formule suivant : $ESD = EST - MG$.

4-4-Détermination de la matière protéique

La détermination de la matière azotée est effectuée selon la méthode de Kjeldahl

Cette méthode de référence est fondée sur la transformation de l'azote organique en azote minéral sous forme ammoniacale $(NH_4)_2SO_4$ par l'action oxydative de l'acide sulfurique bouillant sur la matière organique en présence d'un catalyseur de minéralisation (Na_2SO_4 17 g/100 g ; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 1,5 g/100 g).

Les échantillons sont introduits dans des matras (tubes de minéralisation), puis minéralisés sur une rampe (Kjeldatherm, Gerhardt, Les Essarts le Roi, France) à 420°C pendant 3 h. Le sulfate d'ammonium $(NH_4)_2SO_4$ est le produit essentiel de la minéralisation, obtenu par l'ajout d'acide sulfurique 0,01N (H_2SO_4). Une base forte (NaOH) est ajoutée en volume égal au volume d' H_2SO_4 introduit.

Au cours de la distillation, l'hydroxyde d'ammonium formé ($\text{NH}_4 \text{OH}$) est entraîné par la vapeur d'eau et récupéré dans un vase de titrage contenant une solution d'acide borique en excès. Le borate d'ammonium formé ($(\text{NH}_4)_3\text{BO}_3$) fait augmenter le pH de la solution. La solution est ensuite titrée par de l'acide sulfurique titre. Le volume d'acide sulfurique ajouté correspond à l'ammonium contenu dans l'échantillon du départ. Le dosage est réalisé de façon automatique avec un appareil de type Vapodest 50 Gerhardt. Pour chaque échantillon, l'analyse est répétée trois fois.

Les résultats sont exprimés en g pour 100 g de fromage selon les formules suivantes et les résultats finaux sont exprimés en pourcentage d'azote total (% NT).

$$\text{NT} = (\text{V1} - \text{V0}) \times 0,14 \times 10 / \text{P}.$$

$$\text{Taux protéines (g/100 g fromage)} = 6,38 \times \text{NT}$$

Avec

V1 : volume d' H_2SO_4 nécessaire au titrage de l'échantillon en ml.

V0 : volume d' H_2SO_4 nécessaire au titrage du blanc en ml.

P : masse de l'échantillon du fromage en g.

6,38 : facteur protéique.

4-5-Détermination de la matière organique

Le taux de cendres est déterminé selon la méthode décrite par calcination d'une prise d'essai de 5 g de la spécialité fromagère dans un creuset à une température de 550°C dans un four à moufle pendant 4 heures, par la suite les cendres contenues dans les creusets sont transférées dans un dessiccateur puis pesées par une balance de précision.

La teneur en cendre se détermine par la formule suivante :

$$\text{Taux de cendre (\%)} = (\text{Mf} - \text{M0} / 5) \times 100$$

Où :

Mf : masse à vide du creuset plus celle de l'échantillon, M0: masse à vide du creuset.

La détermination du taux de cendres est réalisée en triple.

4-6-Le rendement fromager (X) : (Voire annexe N°03)

La formule :

X(Kg) \Longrightarrow 100 kg de lait emprésuré

Σ Poids des échantillons / 1000 \Longrightarrow Poids de lait utilisé.

4-7-le coefficient G

Calcul du coefficient G :

- Nombre de litres de lait utilisé
- EST % du fromage
- MG % du fromage
- Poids de fromage obtenu

Dans le fromage, on détermine :

- Le taux d'extrait sec dégraissé (ESD %)
ESD % = EST % - MG %
Puis l'extrait sec dégraissé total (ESDT)
ESDT = ESD % x Poids du fromage obtenu
- Enfin, le coefficient G :

G= ESDT/Nombre de litres de lait emprésuré.

Analyses Microbiologiques

Les analyses microbiologiques consistent à détecter la présence des différents germes dans les produits avant commercialisation et des matières premières utilisées au cours de la fabrication.

1-Germes recherchés

Habituellement, quatre objectifs sont visés (**BAREL, 1998**):

- Recherche des germes capables d'altérer la qualité marchande de l'aliment, leur présence au-delà d'un certain seuil rend le produit impropre à la consommation mais non dangereux pour le consommateur.
- Recherche des germes potentiellement pathogènes pour le consommateur, les germes recherchés sont connus pour leur rôle pathogène (*Salmonella*).
- Recherche des germes de contamination fécale. Deux catégories de bactéries connues pour leur résistance dans l'environnement (les coliformes et les streptocoques fécaux) sont les marqueurs habituellement recherchés.
- Recherche des germes dits indicateurs technologiques. Cette recherche s'effectue habituellement sur une denrée alimentaire qui a subi un traitement de stabilisation, par exemple la pasteurisation. Dans ce cas, la mise en évidence d'une bactérie végétative serait une preuve d'une défaillance du traitement thermique appliqué.

2-Nécessités

L'analyse microbiologique des aliments répond à deux nécessités (**BAREL, 1998**) :

- a) L'expertise : elle permet de déterminer si un aliment est responsable d'une intoxication et comment cette dernière peut arriver.
- b) La prévention : elle permet de tester un aliment pour savoir s'il est consommable du point de vue microbiologique, c'est-à-dire :

- S'il ne contient pas trop de bactéries susceptible de l'altérer (qui par leur action peuvent lui donner mauvais goût, mauvaise odeur...) et s'il pourra être conservé selon certains règles (réfrigération par exemple).
- S'il ne contient pas de micro-organismes toxigènes ou virulents.

3-Analyses microbiologiques du lait

3-1-Technique de dilution

3-1-1-Préparation de la solution mère

On introduire aseptiquement 1ml de lait dans un tube contenant 9ml de diluant TSE (Tryptone sel eau). Homogénéiser. Cette suspension constitue alors la dilution mère(DM) qui correspond donc à la dilution 1/10 ou 10^{-1} .

3-1-2-Dilutions décimales

Introduit ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1ml de la DM, dans tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant : cette dilution sera alors au 1/100 ou 10^{-2} .

Introduit par la suite 1ml de la dilution dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant : cette dilution est sera alors au 1/1000 ou 10^{-3} .

3-2-Recherche des coliformes totaux et fécaux

- **Milieu de culture** : gélose VRBL.
- **Dilution** : 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} .
- **Inoculation** : à partir des dilutions décimales, on fait porter aseptiquement 1ml de chaque dilution, dans une boîte de pétrie préparée avant et identifiée.
On complète ensuite les boîtes, avec environ 15ml de gélose de VRBL fondue préalablement et refroidis à 45°C.
Ensuite, on fait des mouvements circulaires en forme de « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.

Laisser solidifier les boîtes sur pailleuse puis couler à niveau environ 5ml de la gélose, cette double couche à un rôle protecteur contre les diverses contaminations.

Ces opérations doivent être préparées en double fois pour chacune des dilutions :

1-la première série de boîtes sera incubées à 37°C et sera réservée à la recherche des coliformes totaux.

2-la deuxième série de boîtes sera incubées à 44°C et sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.

- **Lecture :** les coliformes apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé de 5mm de diamètre et fluorescentes.

3-3-Dénombrement des germes aérobies totaux :

- **Milieu de culture :** gélose P. C. A.
- **Dilution :** 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} .
- **Inoculation :**

Introduit 1 ml de chaque dilution dans chacune des boîtes de pétri, ensuite couler la gélose préalablement fondu et refroidie au bain marie à 45°C et effectuer des mouvements circulaires de va et viens en forme de 8 afin d'homogénéiser la gélose.

- **Incubation :**

Placer les boîtes de pétri retournées dans l'étuve à 37°C pendant 72heures.

- **Lecture :**

Les colonies des G A M T se présentent sous forme lenticulaire en masse.

3-4-Recherche de *Staphylococcus aureus* :

Méthode de **Baird Parker**

- **Milieu de culture :** Chapman / Baird Parker.
- **Dilution :** 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} .

➤ **Inoculation :**

Prend le flacon de Chapman qui à déjà fondu et refroidie au bain marie à 45°C, couler les boites pétri et introduit 1ml de chaque dilution dans chacune des boites pétri.

➤ **Incubation :**

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

➤ **Lecture :**

Seront considérées comme positives, les boites contenant des colonies caractéristiques à savoir des colonies noires, brillants, convexes entourées d'une zone de transparence qui peut être translucide.

3-5-Recherche et dénombrement de *Clostridium sulfito réducteur* :

➤ **Milieu de culture :** VF (viande foie)

➤ **Ensemencement :**

Les tubes contenant les dilutions 10^{-1} et 10^{-2} seront soumis :

D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes, puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1ml de chaque dilution en double dans 2 tubes à vis stériles de 16mm de diamètre, puis ajouter environ 15ml de gélose VF prête à l'emploi, dans chaque tube. Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes.

➤ **Incubation :**

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture :**

Après l'incubation, on effectue la lecture des tubes.

Colonies noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0.5 mm

3-6-Recherche des levures et moisissures :

- **Milieu de culture :** gélose O.G.A.
- **Dilution :** 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} .
- **Inoculation :**

Couler la gélose OGA dans les boîtes pétries et laisser solidifier puis porter 4 gouttes par dilution sur les boîtes et étaler à l'aide d'un râteau stérile.

- **Incubation :**

Placer les boîtes dans l'étuve à 25°C pendant 5 jours.

- **Lecture :**

Les levures présentent un aspect souvent identique à la colonie bactérienne, elles peuvent avoir des bords réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates, sont pigmentées et souvent opaques par contre, les moisissures se présentent comme étant des colonies blanches.

3-7- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux sont recherchés et dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable).

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

3-7- 1- le test de présomption : réservé à la recherche des Streptocoques sur milieu de Rothe

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

➤ **Incubation :**

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

➤ **Lecture :**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

3-7- 2- le test de confirmation : réservé à la confirmation proprement dite sur milieu EVA Lytski, des tubes trouvés positifs au niveau des tests de présomption.

Chaque tube de Rothe trouvé positif lors du test de présomption fera l'objet d'un repiquage à l'aide d'une ose bouclée dans un tube de milieu EVA Lytski.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

➤ **Incubation :**

L'incubation se fait à 37°C, pendant 24 heures.

➤ **Lecture :**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois un trouble microbien et une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady (**Voire annexe N°01**) en tenant compte uniquement des tubes d'EVA positifs ou négatifs

3-8-Recherche et dénombrement de la flore lactique

➤ **Milieu de culture :** gélose MRS/M17.

➤ **Dilution :** 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} .

➤ **Inoculation :** à partir des dilutions décimales, on fait porter aseptiquement 1ml de chaque dilution, dans une boîte de pétrie préparée avant et identifiée.

On complète ensuite les boîtes, avec environ 15ml de gélose de MRS/ M17 fondue préalablement et refroidis à 45°C.

Ensuite, on fait des mouvements circulaires en forme de « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.

Laisser solidifier les boîtes sur pailleuse puis couler à niveau environ 5ml de la gélose, cette double couche à un rôle protecteur contre les diverses contaminations.

Ces opérations doivent être préparées en double pour chacune des dilutions :

1-la première série de boîtes pour milieu MRS.

2-la deuxième série de boîtes pour milieu M17.

➤ **l'incubation** : à 37°C pendant 48-72h.

4-Dénombrement de la flore lactique

Milieu de culture : MRS / M17.

4-1-Préparation de la suspension mère :

1g de fromage a été introduit dans un flacon contenant 9ml de la diluant stérile TSE, cette suspension constitue la dilution mère qui correspond à la dilution 1/10 ou 10^{-1} . La solution mère ainsi préparé a été agitée pendant quelques minutes (**Jouve, 1996**)

4-2-Préparation de la solution décimale :

Introduit aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1ml de la DM, dans tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant : cette dilution sera alors au 1/100 ou 10^{-2} . Introduit par la suite 1ml de la dilution dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant : cette dilution est sera alors au 1/1000 ou 10^{-3} , et nous avons continué jusqu'à la dilution 10^{-6} . Ces dilutions ont servis à la recherche de la flore lactique (**Jouve, 1996**)

4-3- Dénombrement de la flore lactique :

A l'aide d'une pipette stérile, une prise d'essai de 1ml de ses dilutions décimales a été transférée dans une boîte pétrie (de 10^{-1} à 10^{-6}). Le milieu **MRS** préalablement liquéfié et refroidi à 45°C a été coulé aseptiquement. Ensuite, le mélange a été

homogénéisé par des mouvements circulaires de vas et viens sous forme de 8 pour permettre à l'inoculation de bien se mélanger à la gélose et laissé solidifier.

On a été suivi les mêmes étapes pour le milieu M17.

➤ **l'incubation :**

A été effectué à 37°C pendant 48-72h (Jouve, 1996)

5-Analyses microbiologiques du camembert

Tableau N°4 : Les milieux utilisés pour certains germes recherchés.

Les germes recherchés	Le milieu utilisé	L'incubation
La flore totale aérobie mésophiles	Gélose nutritive	37°C/72h.
Coliformes totaux	VRBL.	37°C/48h
Coliformes fécaux	VRBL.	44°C/48h.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gélose de Giolitti et Cantoni.	37°C/48h.
<i>Salmonella sp</i>	Hecktoen.	37°C/48h.
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	Gélose d'Agar Viande Foie (VF).	37°C/48h.

5-1-Recherche des coliformes totaux et fécaux

- **Milieu de culture :** gélose VRBL/VRBG.
- **Dilution :** 10⁻¹ 10⁻² 10⁻³ 10⁻⁴.
- **Inoculation :** à partir des dilutions décimales, on fait porter aseptiquement 1ml de chaque dilution, dans une boite de pétri préparée avant et identifiée.

On complète ensuite les boites, avec environ 15ml de gélose de VRBL fondue préalablement et refroidis à 45°C.

Ensuite, on fait des mouvements circulaires en forme de « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.

Laisser solidifier les boîtes sur pailleuse puis couler à niveau environ 5ml de la gélose, cette double couche à un rôle protecteur contre les diverses contaminations.

Ces opérations doivent être préparées en double pour chacune des dilutions :

1-la première série de boîtes sera coulées par VRBL et incubé à 30°C et sera réservée à la recherche des coliformes totaux.

2-la deuxième série de boîtes sera coulées par VRBG et incubé à 44°C et sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.

- **Lecture** : les coliformes apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé de 5mm de diamètre et fluorescentes

5-2-Recherche des *Staphylocoques aureus*

Méthode de Baird Parker.

Milieu de culture : gélose Baird Parker +jaune d'œuf+ tellurite de potassium.

- **Dilution**: 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} .
- **Inoculation** : Prend le flacon de Baird Parker qui à déjà fondu au bain marie à 45°C, ajouter dans chaque flacon un jaune d'œuf et tellurite de potassium dans des boîtes pétri et introduit 0,1 ml de chaque dilution dans chacune des boîtes pétri.
- **Incubation** est effectuée à 37°C pendant 24h à 48 h.
- **Lecture** : des colonies crémeuses, pigmentées (typiquement jaune d'or) qui tournent autour de 4 mm de diamètre et opaque.

5-3-Recherche des *Salmonelles*

La recherche s'effectuer en 4 étapes :

- **Pré-enrichissement** :

Prélever 25g de produit à analyser dans 1 sachet stérile de type Stomacher contenant 225ml d'eau peptonée tamponnée.

Broyer cette suspension dans un broyeur de type Stomacher, la transposer dans un flacon stérile qu'on incube à 37°C pendant 18 à 24 heures.

- **Enrichissement :**

1ml de culture de pré-enrichissement est mis dans 10ml de bouillon selenitecystéine, la solution est incubée à 37°C pendant 24 heures.

- **Isolement :**

Prélever une petite goutte de la surface du milieu d'enrichissement et cultivé le sur milieu HEKTOEN à 37°C pendant 24 heures.

- **Identification :**

Les colonies suspectées sont vertes ou bleues d'un centre noir, on réalise un résolument sur milieu urée d'indole, incubé à 37°C pendant 2 heures.

5-4- Recherche des *Clostridium sulfito-réducteurs*

- **Milieu de culture :** VF (agar viande-foie)

- **Dilution :** 10^{-1} 10^{-2} .

- **Inoculation :**

Les tubes contenant les dilutions 10^{-1} et 10^{-2} seront soumis :

D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 min, puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1ml de chaque dilution en double dans 2 tubes à vis stériles de 16 mm de diamètre, puis ajouter environ 15ml de gélose VF prête à l'emploi, dans chaque tube. Laisser solidifier sur paillasse pendant 30min.

- **Incubation :**

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 16,24 ou au plus tard 48h.

➤ **Lecture :**

La première lecture doit se faire impérativement à 16heures, car :

D'une part les colonies de *Clostridium Sulfito-réducteurs* sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse est à refaire.

D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm.

Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristiques ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24heures voire 48heures.

5-5-Dénombrement des germes totaux :

➤ **Milieu de culture :** gélose nutritive.

➤ **Dilution:** 10^{-1} . 10^{-2} . 10^{-3} . 10^{-4} .

➤ **Inoculation :**

Introduit 1ml de chaque dilution dans chacune des boîtes de pétri, ensuite couler la gélose préalablement fondu et refroidie au bain marie à 45°C et effectuer des mouvements circulaires se va et viens en forme de 8 afin d'homogénéiser la gélose

➤ **Incubation :** est effectuée à 37°C pendant 72heures.

➤ **Lecture :**

Les colonies des GAMT se présentent sous forme lenticulaire en masse.

1-Résultats d'analyse physico-chimique du lait cru

1-1-Tableau N° 5 : pH et l'acidité du lait cru.

	pH (log H ⁺)	Acidité (D°)
Echantillon 1	6,84	24
Echantillon 2	6,70	27
Echantillon 3	6,54	33
Moyenne	6,69 ± 0,123	28 ± 3,742

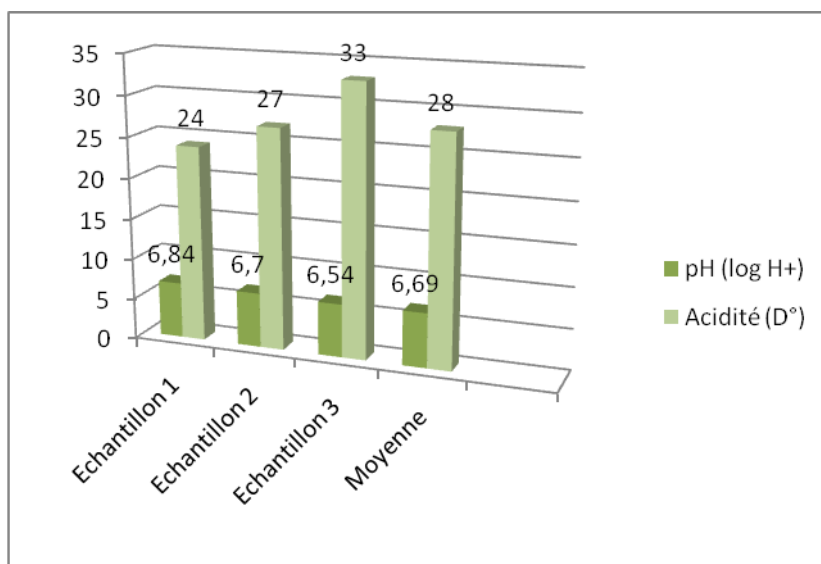


Figure N°08 : Valeurs de pH et l'acidité du lait cru

Discussion

Les valeurs du pH des échantillons analysés sont comprises 6.54 et 6.84 et sont donc en conformité avec les normes préconisées par AFNOR, (1986).

L'acidité et le pH sont les deux paramètres clés pour détecter la fraîcheur des laits. Le pH et l'acidité dépendent de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions (Alais, 1975), ainsi que des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique (Mathieu, 1998).

1-2-Tableau N° 6: Paramètres physicochimiques du lait cru.

	Densité	M.G (g/l)	M.P (g/l)	E.S.D (g/l)	P.C °c	Lactose (g/l)
Echantillon 1	1034,4	34,4	38,3	99,8	0,65	54,0
Echantillon 2	1029,30	32	37,8	98,2	0,61	51,8
Echantillon 3	1031,20	33	38,1	95,7	0,64	53,2
Moyenne	1031,63	33,13	38,06	97,9	0,63	53
	±	±	±	±	±	±
	2,10	0,98	0,16	1,68	0,01	0,90

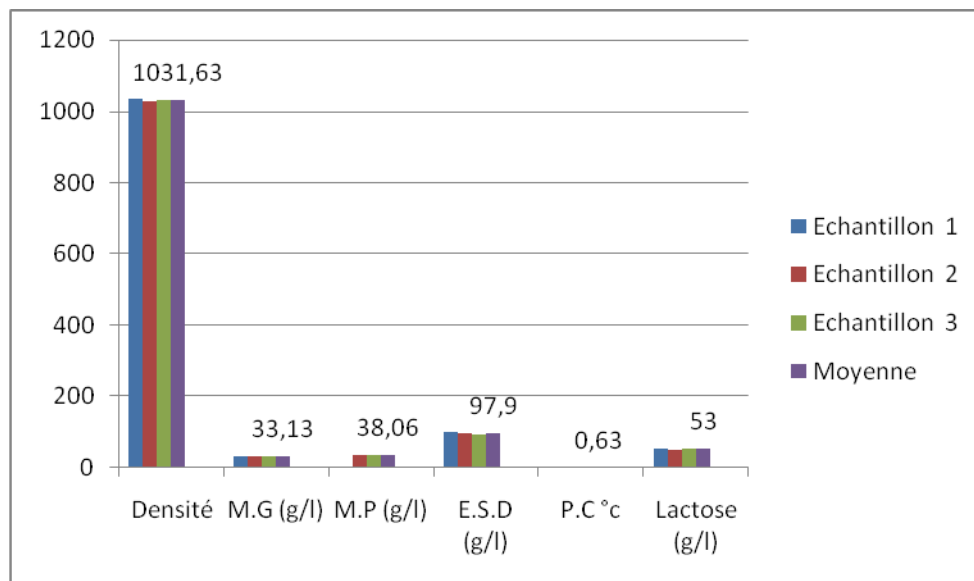


Figure N°09 : Paramètres physicochimiques du lait cru.

Discussion

Les valeurs de densité des échantillons analysés sont comprises entre 1,031 et 1,034, en conformité avec la réglementation algérienne. La densité du lait varie selon le taux de matière sèche et le taux de matière grasse, elle diminue avec l'augmentation de matière grasse **Vignola, (2002)**.

Les teneurs en matières grasses du lait sont comprises entre 32 et 34,4g /l, mais peuvent atteindre les 40g/l selon **Vignola, (2002)**.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le lait cru sont d'une manière générale conforme aux normes admises par la réglementation.

2-Tableau N° 7: Variation de l'acidité et pH au cours de l'affinage.

		J1 (02/05)	J3 (04/05)	J7 (08/05)	J9 (10/05)	J11 (12/05)	J14 (15/05)
Echantillon 1	pH	5,30	5,16	5,05	4,9	4,61	4,4
	Acidité	18,01	19,80	27,02	27,5	30,5	34,4
Echantillon 2	pH	5,2	4,9	4,8	4,7	4,4	4,4
	Acidité	17,4	19,8	24,5	28,2	30,1	31,1
Echantillon 3	pH	5	4,9	4,7	4,6	4,5	4,4
	Acidité	17,5	18,7	26,8	27,9	29	32,2
Moyenne	pH	5,16	5,16	4,85	4,73	4,50	4,4
	Acidité	17,64	19,43	26,11	27,87	29,86	32,57

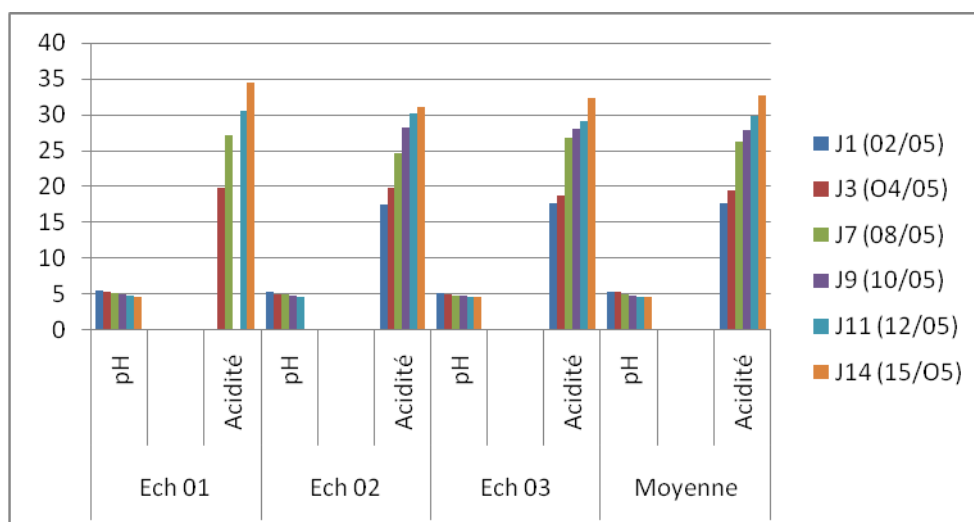


Figure N°10 : La variation de l'acidité et pH au cours de la fabrication.

Discussion :

Cette diminution du pH graduelle pour les différents échantillons s'explique par la production de l'acide lactique par les bactéries lactiques. **AFNOR, (1986).**

3- Résultats des analyses physicochimiques du produit fini

Tableau N°8: Paramètres physicochimiques du camembert.

	Matière grasse	l'extrait sec total (en %)	l'extrait sec dégraissé (%)	M.P (%)	M .Organique (g)
Echantillon 1	14%	80%	66%	20,25%	3,8g
Echantillon 2	16%	83%	67%	20,37%	3,5g
Echantillon 3	17%	81%	64%	19,5%	3,7g
Moyenne	15,66%	81,33%	65,66%	20,04%	3,66g
	± 0,012	± 0,012	± 0,012	± 0,004	± 0,125

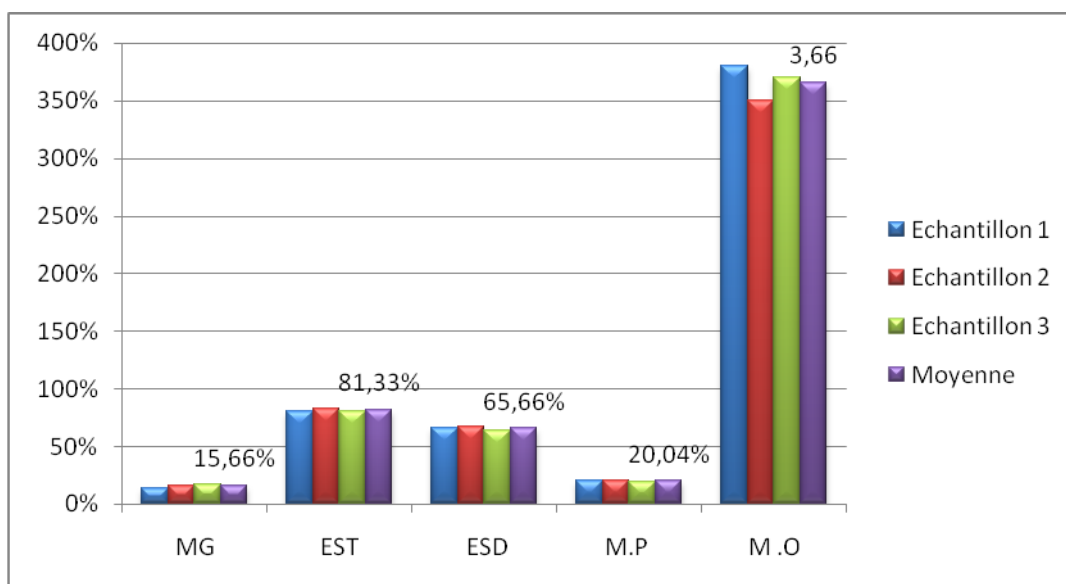


Figure N°11 : Paramètres physicochimiques du camembert.

Discussion

Le produit fini à savoir le camembert a une valeur de matière sèche élevée, la teneur en matière protéique de camembert avoisine 3,66g.

Selon **ALAIS 1975**, le taux de l'extrait sec varie d'un type de fromage à un autre, dans de larges limites, et dépend d'une part de la composition initial du lait et d'autre part de la manière dont sont effectués la coagulation et l'égouttage.

Selon les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus, on remarque que les valeurs obtenues sont globalement dans les normes admises par la réglementation.

4-Résultats du rendement fromager et coefficient G.

Tableau N°09 : Rendement fromager et le coefficient G.

	Le rendement fromager (Kg/100Kg du lait)	Le coefficient G
Echantillon 1	6,16	60,72
Echantillon 2	6,1	60,2
Echantillon 3	6,3	59,5
Moyenne	6,18 ± 0,03	60,14± 0,26

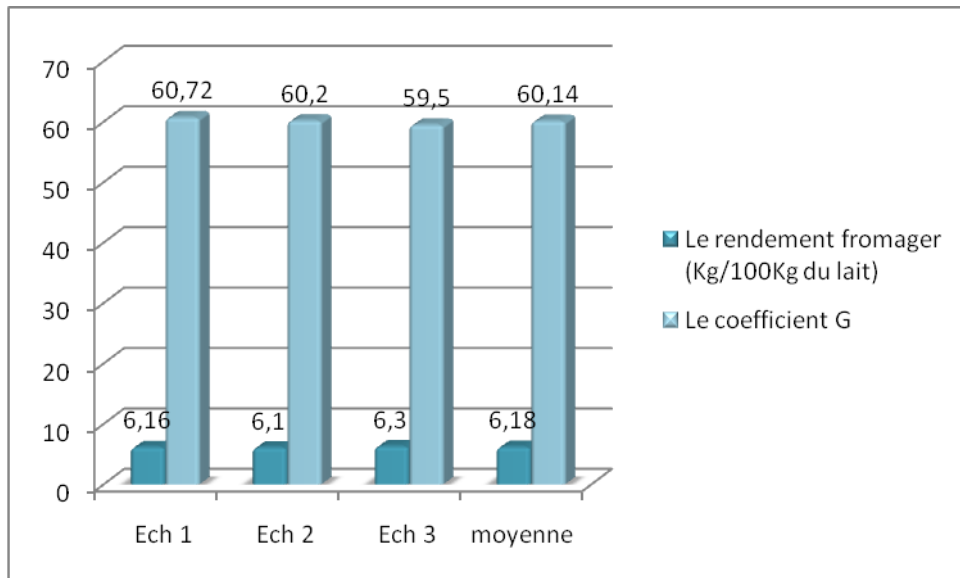


Figure N°12 : Représente le rendement fromager et le coefficient G.

1-Résultats microbiologie du lait

Tableau N°10 : Analyses microbiologiques du lait.

Les flores	(UFC/ml)	Normes
FTAM	10^4	10^5
Coliformes totaux	107.10^4	10^2
Coliformes fécaux	122.10^4	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	Abs	50
Bactéries lactiques (MRS)	44.10^6	
Bactéries lactiques (M17)	467.10^4	
Levures et moisissures	6.10^4	

Tableau N° 11 : Résultat dénombrement streptocoques fécaux du lait.

Les tubes	10^{-1}			10^{-2}			10^{-3}		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
L'aspect	Trouble	trouble	trouble	Pure	pure	pure	trouble	trouble	Pure

Chapitre 02 : Résultats microbiologiques

Selon le tableau de MAC GRADY (voir Annexe 01), on a trouvé :

Nombre caractéristiques = 302 \implies Nombre de micro-organisme = 6,5.

Discussion

La recherche de microorganismes indicateurs de la contamination d'origine fécale permet de juger l'état hygiénique d'un produit. Même à des niveaux faibles, ils témoignent de conditions hygiéniques non respectées lors de la traite ou au cours du transport. La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux permettent d'apprécier l'importance de contamination du lait et des produits laitiers (VIGNOLA, 2002).

Concernant *Staphylocoques aureus*, leur absence dans le lait peut s'expliquer par le bon respect des règles d'hygiène en général. La recherche et le dénombrement de *Staphylococcus aureus* est en rapport avec l'état de santé des vaches et les conditions hygiéniques de la traite. L'absence totale de ces germes représente un intérêt mutuel pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires plus particulièrement, les produits laitiers. Par ailleurs, l'absence de Streptocoques fécaux dans les échantillons peut s'expliquer par les bonnes pratiques d'hygiène lors de la traite et la manipulation du lait. L'amélioration de l'hygiène de la traite, de la collecte et la conservation rapide au froid permettraient de réduire la charge microbienne (FAO, 2011).

Nous constatons que le produit analysé ne présente aucun risque pour la santé du consommateur car il ne contient aucune bactérie pathogène responsable d'intoxication.

Ces résultats indiquent que le lait de vache est de très bonne qualité de point de vue microbiologique.

2- Résultats des bactéries lactiques

Tableau N°12: Représente le suivi de la flore lactique durant l'affinage.

Temps d'affinage	1 ^{er} semaine		2 ^{ème} semaine		3 ^{ème} semaine	
	MRS	M17	MRS	M17	MRS	M17
Nombre UFC/g	65.10 ⁶	13.10 ⁶	28. 10 ⁶	33.10 ⁶	32. 10 ⁶	56.10 ⁶

Discussion :

Les bactéries lactiques forment durant l'affinage la flore dominante et tirent leur origine principale de la culture ajoutée en début de fabrication. Elles abaissent le pH par la production d'acide lactique aux dépens du lactose du lait et contribuent au caractère organoleptique des fromages au cours de la maturation.

Les bactéries lactiques homofermentaires sont les plus importantes.

Des streptocoques lactiques mésophiles (comme *Lactococcus lactis*) sont les premiers à se développer. Leur fonction principale est d'acidifier le lait, créant ainsi un milieu défavorable au développement des germes indésirables.

Les lactobacilles sont relativement peu nombreux au début, mais se multiplient activement durant l'affinage ; ils participent au développement de l'arôme et à l'hydrolyse des protéines du caillé.

C'est ainsi que les microorganismes responsables de l'affinage du fromage peuvent être déjà présents dans le ferment utilisé pour la fabrication, ou présents naturellement dans le lait (Cogan, 2003).

Par ailleurs, les ferments utilisés pour la fabrication de fromage comprennent principalement les genres de bactéries lactiques *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* et *Enterococcus* (Beresford et al. 2001).

Lors de la production, la croissance des bactéries du ferment, flore primaire, est principalement responsable de l'acidification du lait en métabolisant le lactose en acide lactique (lactate). Par la suite, les bactéries lactiques de la flore secondaire

Chapitre 02 : Résultats microbiologiques

participant à l'affinage du fromage sont principalement des lactobacilles hétérofermentaires facultatives, *Lactobacillus casei* et *Lb.* (Cogan, 2003).

3- Qualité microbiologique du produit fini

Tableau N° 13 : Analyses microbiologies du camembert.

Les flores	(UFC/ml)	Normes
<i>F.T.A.M</i>	7.10^4	/
Coliformes fécaux	Abs	10^2
Coliformes totaux	Abs	10
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	Abs	1
<i>Salmonella sp</i>	Abs	Abs
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	10^2

Discussion

On remarque d'après les résultats du tableau N°13 que les échantillons de fromage de pâte molle testés sont d'une très bonne qualité microbiologique, étant donné l'absence totale de germes d'altération des qualités organoleptiques, voir nutritionnelles, mais surtout des micro-organismes pathogènes pouvant porter préjudice à la santé du consommateur. Ces résultats reflètent la bonne qualité des matières premières utilisées et les bonnes pratiques d'hygiène durant toute la période de fabrication.

Conclusion

La fabrication du fromage est apparue il ya 8000 ans, peu après la domestication des animaux. A l'origine, l'intérêt majeur de la transformation du lait en fromage était de conserver les principaux constituants du lait. De nos jours, il s'agit plutôt d'un aliment, possédant des qualités nutritionnelles indéniables (**El-Agamy, El., 2006**).

Dans la préparation de notre mémoire, nous avons fait une approche de la réalité de fonctionnement d'une unité agroalimentaire. Cette mémoire nous a permis de compléter nos connaissances théoriques et pratiques dans le domaine de la technologie du lait et ses dérivés.

Au cours de notre stage, nous avons utilisé un protocole de fabrication du fromage industriel en Algérie, pour la production de fromage à pâte molle de type camembert habituellement fabriqué avec du lait cru de vache.

Le lait cru engagé dans la transformation en fromage est de très bonne qualité physicochimique et microbiologique.

Par ailleurs, les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication ont occasionné des produits finis de bonnes qualités organoleptiques, nutritionnelles et sanitaires.

Annexe N°01

Tableau MAC GRADY :

Nombre Caractéristique	Nombre de Micro- organismes
000	0,0
001	0,3
010	0,3
011	0,6
020	0,6
100	0,4
101	0,7
102	1,1
110	0,7
111	1,1
120	1,1
121	1,5
130	1,6
200	0,9
201	1,4
202	2,0
210	1,5
211	2,0
212	3,0
220	2,0
221	3,0
222	3,5
223	4,0
230	3,0
231	3,5
232	4,0
300	2,5
301	4,0
302	6,5
310	4,5
311	7,5
312	11,5
313	16,0
320	9,5
321	15,0
322	20,0
323	30,0
330	25,0
331	45,0
332	110,0
333	140,0

Annexe N°02

1. Matériels

1.1. Matériels pour analyses Physicochimiques

Appareillage

- Balance analytique
- Lactostare
- pH mètre
- L'étuve
- Réfrigérateur
- Thermomètre ;
- Four à moufle

Verrerie

- Éprouvette,
- Spatule métallique ;
- bécher, Pipettes graduées (10ml, 11ml)
- Flacons stériles avec fermeture hermétique, fioles jaugées

1.2. Matériels pour analyses Microbiologiques

Matériel courant de laboratoire de microbiologie, et notamment :

Appareillage

- Balance de précision
- Homogénéisateur
- Autoclave
- Etuves d'incubation 37 °C, 44 °C, 46 °C, 30 °C
- Bain marie.
- Bec Bunsen.
- Portoirs.

Verrerie

- Pipettes graduées
- Pipettes pasteurs
- Boîtes de pétri
- Tubes à essai

2-Milieus de culture

❖ Bouillons et milieux de culture

-Milieu VRBL : pour la recherche et dénombrement des coliformes Totaux et fécaux.

-Milieu Rothe : Pour la recherche des streptocoques.

-Milieu Eva litsky : pour l'isolement des Streptocoques.

-Bouillon Giolitti cantonii : Pour les staphylocoques.

-Bouillon T.S.E : Pour le préenrichissement de la salmonella.

❖ Milieu de culture solide (gélose)

Les milieux de culture hydratés prêts à l'emploi conditionnés en flacon de 250ml utilisés sont :

-Gélose Chapman : Pour l'isolement des Staphylocoques.

-Gélose Hektöen : Pour l'identification des salmonella.

-Gélose PCA : Pour la recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.

-Gélose au désoxycholate 1‰ : Pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux.

❖ Les additifs

-Additif Hektöen : On additionne à la gélose Hectöen un rapport d'une ampoule de 5 ml par flacon de 250 ml, qui par son action rendre le milieu sélectif aux salmonelles.

-Tellurite de potassium : enrichissement du milieu Giolitti contonii.

-Additif SFB : On additionne à la boillon SFB un rapport d'une ampoule de 5 ml par flacon de 250 ml.

Annexe03

1-Rendement fromager :

C'est le poids de fromage obtenu à partir de 100 litres ou 100 kg de lait emprésuré. On peut l'exprimer par la quantité de lait nécessaire pour obtenir un fromage, on parle aussi de nombre de fromages obtenus à partir de 100 litres de lait ou à la bassine.

2-Coefficient G :

C'est le nombre de grammes d'extrait sec dégraissé laissé dans le fromage salé et mûr à partir d'un litre de lait emprésuré.

Références bibliographique

ALAIS, (1975) : Science du lait, principe de techniques laitiers. 37^{ème} éditions, Paris. Appontais, p 807

Allais et Linden, 2004 : Principes des techniques laitières. Science du lait. Paris, Sepaic .4 e éd

Barel 1998 : les mécanismes généraux de transformation du lait en fromage.3^{ème} édition Tec et Doc.Lavoisier.

Carol, 2002 : Science et technologie de lait (transformation de lait).Edition scientifique.2002:600.

CAUTY & PERREAU J-M ,2004 : la conduite du troupeau laitier, production, qualité, rentabilité.

Christophe 1991 : Christophe J. Fromage fermier .Edition maison rustique.1991 :600.

Codex Alimentarius ,2007 : 2^{ème} cession de la commission (FAO/OMS) du codex alimentarius Genève.

Cogan, 2003 : les levains lactiques mésophiles le lait, 60(597)- 397-425.

Coulon et al 1995 : Effet de la forme de présentation de l'orge sur la production et la composition du lait de vache .Ann.Zootechni.

Craplet C, Thibier M, 1973 : La vache laitiers, 2^{ème} édition :Vigot frères,720p.

DESJEU, 2012 : Lait et nutrition infantile, guide application orilait recherche.

Dillon &Berthier, 1997 : Applied and environnemental microbiologique.

Eck, 1987: le fromage.2^{ème} édition, Technique et documentation Lavoisier 1987 :539.

El-Agamy, El., 2006. Camel milk. In :Park YW et Haenlein GF , Handbook of milk of on- bovine mammals .

FAO, 2011 : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, collection FAO.

Fondation de technologie laitière du Québec Inc. Carole L. Vignole : science et technologie du lait, transformation du lait**2010.**

Guide technique laitier, 2010 : manuel de zootechnie et de la production laitière.

HOMAN & WATTIAUX 2002 : Guide technique laitier, lactation et récolte du lait université de wisconsin.USA

JORA n°35 : Journal Officiel de la République Algérienne (27 mai 1998).

JORA n°69 : Journal Officiel de la République Algérienne

Jouve J L. Qualité microbiologique des aliments (nature et critère).Edition polytechnica.1996.

Khelil S, 2003 : Contribution à l'étude des facteurs d'élevage sur la production laitiers de deux exploitations agricoles dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire DES en biologie Université de Tizi- Ouzou.

Larpent ,1997 : Microbiologie alimentaire, techniques de laboratoire, Tec & Doc, Lavoisier.

Luquet, 1985 : Lait et produits laitiers, éditions Lavoisier, Paris.

Luquet, 1990 : lait et produits laitiers .Technique et documentation lavoisier.1990 :194.

Mahaut et al, 2000 : Mahaut M, Jeantet R et Brule G. Initiation à la technologie fromagère. Technologie et documentation ; édition 2000/194.

Mathieu J, 1998 : Initiation à la physicochimie du lait (guide technologiques des IAA).Ed technique et documentation, paris 220 p.

Plati ,1998 :100 questions pour les produits laitiers, édition Minerval, Genève.

Romain et al ; 2007 : technologie des produits alimentaires. Technologie et documentation, édition Paris .2007 :452.

Roudaut H. et Lefrancq E. (2005).Alimentation théorique. Edition Science des aliments.

Veysseyre ,1975 : technologie du lait, constitution, récolte et transformation du lait
3^{ème} édition.

Vignola C.L, 2002 : Science et technologie du lait. Ed : Ecole polytechnique de Montréal.

Résumé

Mon stage pratique a été réalisé sur l'étude nutritionnelle et microbiologique d'un fromage à pates molles type camembert issu d'un lait de vache de moyenne lactation,

Le lait cru utilisé dans la fabrication du fromage est d'excellence qualité physicochimique.

Le fromage durant sa fabrication est sous l'influence de nombreux paramètres dont l'humidité et la température de l'ambiance du lieu d'expérimentation (salle de laboratoire).

En termes de fabrication, les qualités nutritionnelle et hygiénique du produit fini sont satisfaisantes et répondent globalement aux normes admises dans le Journal Officiel de la république algérienne.

Mots clés :

Stade de lactation, camembert, analyses physico-chimique, analyses microbiologique

ملخص :

العمل المنجز في المخبر البيداغوجي لجامعة عبد الحميد بن باديس بمستغانم تمثل في صناعة الجبن اللين من نوع كامامبير و دراسة القيمة الغذائية و مراقبة النوعية الميكروبيولوجية للمنتوج المتحصل عليه

الحليب الطازج المستعمل في صناعة الجبن هو من نوعية فيزيوكيميائية ممتازة.

الجبن خلال صنعه تحت تأثير عدة عوامل من بينها الرطوبة و درجة حرارة قاعة المخبر بالإضافة إلى احتمالية التعرض للفساد.

وفي هذا المجال النوعية الغذائية ومستوى نظافة المنتوج النهائي مطابقة لقواعد الجريدة الرسمية .

الكلمات الرئيسية:

مرحلة إنتاج الحليب -كامامبير- العوامل الفيزيوكيميائية – العوامل الميكروبيولوجية

