

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère d'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
MOULOU D MAMMERIDE TIZI-OUZOU
Faculté science biologique et Science Agronomiques
Département Agronomie



**MEMOIRE DE FIN DE CYCLE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME MASTER EN SCIENCE ALIMENTAIRE.**

SPECIALITE: AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE.

Thème :

*Valorisation du cresson alénois comme additif dans la fabrication
du camembert « LE FERMIER »*

Réalisé par :

M^{elle} ARKOUB Célia

M^{elle} BEN YUCEF Cylia

Présenté devant le jury :

M^r SI TEYEB.H

Président du Jury

Maître assistant classe (B) UMMTO.

M^{me} LOUNI.D

Examinatrice

Maître assistant classe (A) UMMTO.

M^r RAHMOUN .Mnd. A

Promoteur

Maître assistant classe (B) UMMTO.

PROMOTION : 2020/2021

Remerciements

Ce travail marque la fin de notre formation en vue de l'obtention du Diplôme de
Master en
Science alimentaire Spécialité agroalimentaire et contrôle de qualité. C'est ici
l'occasion pour nous de remercier toutes les personnes qui ont participé à sa
réalisation.

Ontient en premier lieu à remercier **Mr. RAHMOUN**, promoteur du présent travail,
pour avoir accepté de nous encadrer, pour sa bienveillance et sa disponibilité, ses
conseils et observations qui nous ont été d'une grande utilité.

On exprime également notre reconnaissance envers **Mr. NECHICHE.B.** pour nous
avoir aidé à réaliser ce travail et avoir fait preuve d'une très grande compréhension et
beaucoup d'encouragement ainsi le président du jury **Mr. SI TAYEB.H** pour nous
avoir fait l'honneur d'évaluer notre travail.

Nos remerciements s'adressent aussi au personnel de l'unité EURL STLD « Société de
transformation du lait et dérivés » Tizi-Ouzou qui a rendu possible notre stage pratique
et donc la rédaction du présent travail. Pour leur orientation et accueil sympathique
lors des journées passées en stage.

Nous adressons tout particulièrement nos remerciements à la Science, qui nourrit nos
esprits de connaissances, veille à ce que les générations se relaient et se passent
perpétuellement le flambeau, pour que la lumière du savoir ne soit jamais éteinte.
Enfin, nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration
de ce travail. Que toutes ces personnes trouvent ici l'expression de nos profondes
gratitudes.



DEDICACE

Je dédie ce travail à :

Je dédie cet humble travail

A mes parents : fariza et moukrane

A mes sœurs : Chabha ; Lynda

Mes frères : Rabah, mouloud, rayan et chérif

A mon très cher mari : labadi Hamitouche et ma belle famille

A mes grands-parents, oncles et tantes

A mes proches et à toute ma famille

*Mes amis : kamelia kaddour ; celiadermeche, meriem bouziane et
ma binôme cylvia ben youcef*

*A qui je dois toutes mes réussites. Aucune dédicace ne serait
assez éloquente pour exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et
le respect que je leur porte. Puisse*

*Dieu, le tout puissant, les préserver et les accorder santé, longue
vie et bonheur.*

*En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et
chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie.*

Je vous aime tous. Arkoubcélia



Je dédie ce travail à :

Mon très cher grand-père,

Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'Amour, l'attentions, et l'estime que j'ai pour toi, Depuis ma naissance t'étais là pour moi ta toujours u les bons mots que ça soit dans les bon ou mauvais moments toi qui ma aider à grandir en me guider et m'apprendre ce que la vie t'as appris. Je veux donc te remercier pour cette présence indispensable dans ma vie, et te dire que je t'aime très fort de tout mon cœur.

Ma très chère mère,

Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

Mon très cher père,

Les mots ne pouvant décrire tout l'Amour, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

*Mes très chers frères et sœur,
En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour
vous.*

A Mon très chère marie

*Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'Amour, l'attention, et l'estime
l'attachement, l'amour l'affection que j'ai pour toi.*

*Merci pour tout l'encouragement et le soutien que tu m'as apporté tout au long
de notre relation.*

Mes chères ami(e)s cousins et cousines,

Qui êtes toujours présent pour moi quel que soit la situation.

Je vous aime tous.

A mon très cher binôme Célia arhoube

*Je te remercie infiniment pour tout l'aide que tu m'as apporté tous les bons
moments que on a passé.*

Ben youcefcyliia

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste de figures

Liste des tableaux

Introduction

Partie bibliographique

Chapitre I : la filière lait et produits laitiers en Algérie

I.1 La filière lait.....	01
I.1.1 Définition de la filière	01
I.1.2 La filière lait en Algérie	01
I.1.2.1 L'amont de la filière lait.....	02
I.1.2.2 L'aval de la filière lait	02
I.1.2.3 La distribution du lait et des produits laitiers	02
I.1.2.4 Les entreprises de transformation du lait	02

Chapitre II : Généralité sur le lait

I . Définition du lait	04
I .1. Composition du lait	04
I .1.1. L'eau	05
I .1.2. Le lactose	05
I .1.3. la fermentation lactique	06

I .1.4. Intérêt nutritionnelle du lactose	06
I .1.5. Matière grasse du lait	06
I .1.6. Intérêt nutritionnelle de la matière grasse laitière	07
I .1.7. Les vitamines du lait	07
I .1.8. Les protéines	08
I .1.9. Enzymes	08
I .1.10. Les minéraux	09
I .1.11. Enzymes	10
I .2. Principales caractéristiques du lait	10
I .2.1 Propriétés physico-chimiques du lait	10
I .2.2. La densité	11
I .2.3. Le point de congélation	11
I .2.4. Le point d'ébullition	11
I .2.5. L'acidité du lait	11
I .2.6. Ph.....	11
I .2.2. Caractéristiques organoleptiques du lait cru	12
I .2.2.1. L'aspect	12
I .2.2.2. L'odeur	13
I .2.2.3. La saveur	13
I .2.2.4- La viscosité	13
I .2.2.5. La microflore du lait cru (Bactéries, Levures, Moisissures)	13
I .2.2.6. Origine de la microflore du lait cru	13
I .2.2.7. Les bactéries	14
I .2.2.8. Les bactéries utiles	14
I .2.2.9. Les bactéries pathogènes	14

I .2.2.10. Les bactéries d'altération	15
I .2.2.11. Les levures	16
I .2.2.12. Les moisissures	16
I .3. Les différentes boissons du lait	17
I .3.1 Lait pasteurisé	17
I .3.2. Lait stérilisé	17
I .3.3. Lait stérilisé UHT	17
I .3.4. Le lait en poudre	17

Chapitre III : LE FROMAGE

III. Fromage.....	18
III.1. Historique	18
III.2. Définitions de fromage.....	18
III2.1. Définition international	18
III.3. Caractéristiques des fromages	19
III.4. Classification des fromages.....	19
III.4.1. Les fromages frais	19
III4.2. Fromage affiné	19
III.4.3 Fromage fondu	20
III.5. Caractéristiques nutritionnelles des fromages.....	20
III.5.1. La teneur en eau et l'extrait sec complémentaire.....	20
III.5.2. Les protéines	21
III.5.3. Les lipides	21
III.5.4. Les glucides.....	21
III.5.5. Les minéraux	22

III.5.5.1. Calcium et phosphore	22
III.5.5.2. Sodium et potassium	22
III.5.5.3. Magnésium	22
III.5.5.4. Oligoéléments.....	23
III.5.6. Les vitamines	23
III.6. Microbiologie du fromage	23
III.2. Fromage à pâte molle type camembert	25
III.2.1. Historique	25
III.2.2. Définition	25
III.3. Composition et valeur nutritionnelle.....	25
III.4. Les ingrédients du fromage à pâte molle	27
III.4.1. La présure	27
III.4.2. Les levains lactiques	27
2.1.4.3. Les levains fongiques	27
III4.4. Les sels	27
III.5. Le processus technologique de la fabrication du camembert	28
III.5.1. Préparation du lait	28
III.5.1.1. Standardisation	28
III.5.1.2. Homogénéisation	28
III.5.1.3. Pasteurisation	28
III.5.2. Ensemencement et maturation	28
III.5.3. La fabrication proprement dite.....	28
III.5.3.1. Emprésurage	28
III.5.3.2. Coagulation	28
III.5.3.3. Moulage	29

III.5.3.4. Egouttage	29
III.5.3.5. Démoulage	29
III.5.4. Les étapes de finition du caillé.....	29
III.5.4.1. Salage	29
III.5.4.2. Ressuyage	29
III.5.4.3. Affinage	29
III.5.4.4. L'Emballage et le Conditionnement	30
III.6. Qualité du fromage.....	30
III.6.1. Caractéristiques sensorielles.....	30

Chapitre IV : Cresson alénois (Lépidium sativum)

IV. Généralités sur la plante Lepidium sativum	32
IV.1. La classification	32
IV.1.1. La famille Brassicaceae (crucifères)	32
IV.1.2. Le genre Lepidium	32
IV.1.3. L'ordre Lepidium sativum	32
IV.1.4. la Description	33
IV.1.5. Noms communs	34
IV.1.6. Répartition géographique	34
IV.1.7. Substance bioactive	35
IV.2. Vertus médicinales de Lepidium sativum	36
IV.2.1. Composition phytochimiques	36
IV.2.2 Utilisation thérapeutique	36
IV.3. La valeur nutritive du cresson	37

Chapitre V : Analyse sensorielles et teste de dégustation

V . Analyse sensorielles et teste de dégustation	38
V .1. Définition	38
V .2. Objectifs de l'analyse sensorielle	38
V .3. Evaluation sensorielle en industrie agro-alimentair	e 39
V .4. Différents tests pour différentes problématiques.....	40
V .4.1. Tests pour connaître une préférence.....	40
V .4.2. Tests discriminatifs : similitude ou différence	40

Partie expérimentale

Chapitre I : matériels et méthodes

I .1. Présentation de l'unité « STLD »	42
• Les compartiments de l'unité	42
I .2Echantillonnage	42
I.3. Processus de fabrication du camembert avec le cresson en graine	43
I .3.1. Réception du lait à l'usine	43
I .3.2. Pasteurisation	43
I .3.3. Pré-maturation.....	44
I .3.4. Phase d'ensemencement-maturation	44
I .3.5. Emprésurage et coagulation	44
I .3.6. Découpage et brassage	44
I .3.7. Moulage.....	45
I .3.8. Egouttage et retournement	46
I .3.9. Démoulage	46

I .3.10. Salage	46
I .3.11. Affinage.....	46
I .3.12. Conditionnement et emballage	47
I .4. Processus de fabrication du camembert avec cresson en poudre	47
I .5. Méthodes d'analyses physico-chimiques	50
I .5.1. Détermination de l'acidité titrable (AFNOR, 1986)	50
I .5.2. Détermination du pH (AFNOR, 1986)	50
I .5.3. Détermination de la densité (NA 1130)	51
I .5.4. Détermination de la teneur en matière grasse (NA 1933)	51
I .5.4.1 Cas du lait.....	51
I .5.4.2 Cas du fromage.....	52
I .5.5. Détermination de la teneur en extrait sec total (EST), extrait sec dégraissé	52
I .5.6. Détermination du rapport matière sèche MG/MS du fromage	53
I .7. Analyse du camembert (les titres en gras et vérifier cette numérotation)	54
I .7.1. Mesure du pH.....	54
I .7.1. Test de détection des antibiotiques dans le lait	54
I .8. Analyses microbiologiques	54
I .8.1. Echantillonnage	54
I .8.2. Le point d'échantillonnage est	54
I .8.3. Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux	55
I .8.4. Mode opératoire	55
I .9. Teste de dégustation et analyse sensorielle	56
I .9.1. Choix du jury.....	56

Résultats et discussions

II .1. Analyses physicochimiques	57
II .1.1. Lait de vache cru	57
II .1.1.1. pH.....	57
II .1.1.2. Acidité titrable.....	57
II .1.1.3. Densité du lait.....	58
II .1.1.4. Extrait sec total.....	58
II .1.1.5. Matière grasse	59
II .1.2 le camembert	59
II .2. Analyses microbiologiques	60
II .2.1. Le camembert	60
II .3. Analyse sensorielle.....	62
II .3.1. Définition du XLSTAT 2019	62

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

AA : Acide Aminé

AG : Acide Gras

ANP : apport non protéique

Av. J-C : avant Jésus Christ

Aw : Activité de l'eau

α : Alpha

β : Beta

°C : degré Celsius

Ca : calcium

°D : Degré dornic

D.B.K : Draa Ben Khedda

D° : Degré Dornic.

D : Densité

ESD : extrait se dégraissé

EST : Extrait sec total

F MAT : Flore mésophile totale

g : gramme

G20 : graine 20 gramme

G30 : graine 30 gramme

h : Heure

H% : Humidité

Ig : Immunoglobuline

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Kg : Kilogramme

κ : kappa

L : Litre

MG : Matière grasse

MS : Matière sèche

mg : Milligramme

ml : Millilitre

min : Minute

N : Normalité

NA : Norme Algérienne.

% : Pourcentage

pH : Potentiel d'hydrogène

P : phosphore

P20 : poudre 20 gramme

P30 : poudre 30 gramme

pH : Potentiel Hydrogène

Rx : Rendement Élémentaire

s : Seconde

T° : Température

TB : Taux Butyreux.

TP : Taux Protéiques.

TP : témoin poudre

TG : témoin graine

Tx : Taux de Récupération pour un élément X

UFC : Unité formant colonie

% : pourcent

µg : microgramme

µm : micromètre

.

Tableau 1 : les compositions globales de laits de différents mammifères (ROMMAIN, al.2008).....	04
Tableau 2 : teneur en vitamine (en µg pour 100 g) dans le lait de vache. (Adapter öste et al, 1997 ; fox et McSweeney, 1998)	08
Tableau 3 : composition protéique g/l d'un lait de vache (cayot et Lorient, 1998 ; fox et Mcsweeney, 1998).	09
Tableau 4 : macroélément et oligo-élément de lait de vache (Gueguen, 2001)	10
Tableau 5 : différents vitamines composant le lait.	13
Tableau 6 : Les bactéries utiles dans le lait (Frank et Hassan., 2002).	15
Tableau 7 : Les bactéries pathogènes dans le lait (Frank et Hassan., 2002 ; Vignola, 2002).	16
Tableau 8 : Les bactéries d'altération dans le lait (Frank et Hassan., 2002)......	17
Tableau 09 : la durée et les conditions d'affinage (FREDOT, 2009). P20	
Tableau 10 : Composition du camembert.	23
Tableau 11 : Les principaux groupes microbiens intervenant pendant l'affinage du camembert (LENOIR et al ; 1983). Sur 100g du produit frais (ADRIAN et al. 2003).	25
Tableau 12 : composition du camembert pour 100g du produit frais (ADRIAN et al, 2003). 27	
Tableau 13 :Classification taxonomique du <i>L. sativum</i> (Raval, 2016) <i>B. fleurs ; C. Les graines</i>	31
Tableau 14 : Noms communs de <i>Lepidium sativum</i> (Friedel, 1904).	34
Tableau 15 : La valeur nutritive du cresson (Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010).	37
Tableau 16 : résultats des analyses physicochimique du lait de vache cru	56
Tableau 17 : résultats physico-chimie des camemberts type graine.	59
Tableau 18 : résultats physico-chimie des camemberts type poudre.	59
Tableau 19 : résultats microbiologique du camembert du type graine.	61
Tableau 20 : résultats microbiologique du camembert du type poudre.	61
Tableau 21 : Test d'indépendance entre les lignes et les colonnes (χ^2)	63
Tableau 22 : Test exact de Fisher	64

Figure 01 : composition du lait de vache (g/l de lait)	05
Figure 02 : Plante (A) et graines (B) de <i>Lepidium sativum</i> (George,1999).	32
Figure 03 : Aspect morphologique de <i>L. Sativum</i> (Yahya et al.,1994). A. feuilles ;	33
Figure 04 : Carte géographique situant de <i>Lepidium sativum</i> (Gregory, 2007)	35
Figure 05 : Objectifs de l'analyse sensorielle	38
Figure 06 : pasteurisateur de l'usine STLD	42
Figure 07 : opération de découpage	44
Figure 08 : opération de brassage	44
Figure 09 : moulage des camemberts	45
Figure 10 : démoulage des camemberts	45
Figure 11 : emballage du camembert de l'usine STLD	46
Figure 12 : l'ajoute du cresson alénois	46
Figure 13 : processus de fabrication du camembert avec graine de cresson	47
Figure 14 : processus de fabrication du camembert avec graine de cresson	48
Figure 15 : lors de la présentation du camembert épisser au jury.	55
Figure 16 : les résultats du lait de vache.	56
Figure 17 : résultats de l'acidité titrable	57
Figure 18 : résultat microbiologique des camemberts graine	62
Figure 19 : résultat microbiologique du camembert poudre	62

INTRODUCTION

Le lait a été toujours un aliment important pour l'homme. Il est un aliment complet de grande valeur nutritionnel, toutefois périssable. C'est en cherchant à le rendre plus ou moins conservable, quel homme est arrivé à découvrir que la transformation du lait en fromage est un moyen simple de garder les composants nutritifs du lait.

Selon MAHAUT *et al*, (2000) il existe environ 2000 variétés de fromages dans le monde, dérivants d'une vingtaine de types élaborés selon une technique de base commune.

Parmi ces variétés, on trouve le camembert qui est un fromage à pâte molle à base de lait cru, qui est probablement l'un des fromages les plus consommés et appréciés.

La qualité finale du camembert est intimement liée à toutes les matières premières mises en œuvre ; elle est largement influencée par les techniques et les conditions de son élaboration.

Le camembert passe par plusieurs étapes lors de la fabrication dont chacune est dépendante de l'étape qui la précède. L'ensemble de ses caractéristiques sont déterminées par un grand nombre de facteurs liés à la nature et à l'état du lait, les ingrédients de fabrication et les facteurs technologiques associés particulièrement à la conduite de la fabrication. C'est de la maîtrise de ces facteurs que dépendra la qualité recherchée par le consommateur.

L'industrie alimentaire, en particulier l'industrie laitière, a besoin d'une variété d'ingrédients et d'additifs pour élargir sa gamme de produits et répondre à la demande croissante des consommateurs en produits transformés. La diversité des produits laitiers a conduit à la diversité des ingrédients utilisés. Ils fourniront l'identité du produit fini.

L'ajout des ingrédients est réglementé par la réglementation. Cette dernière stipule qu'un ou plusieurs produits peuvent être utilisés dans le processus de fabrication du fromage, tels que le sel, les épices, les aromates et les plantes aromatiques.

Ces plantes aromatiques constituent une richesse naturelle très importante, et leur valorisation nécessite une parfaite connaissance du bien à valoriser. Les caractéristiques des plantes dépendent de la présence de divers agents bioactifs et appartiennent à différentes classes chimiques.

Cette dans ce sens que s'inscrit notre étude qui se veut innovant, dans la mesure où nous visons à valoriser le cresson alénois, qui est une ressource naturelle végétale riche en vitamine D, comme épice dans le camembert fabriqué par STLD appelé le fermier.

L'objectif de notre travail est l'étude des différents paramètres physicochimiques, microbiologiques et sensoriels du camembert de l'entreprise précédemment citée auquel est ajouté différentes teneurs du cresson alénois suivant différentes teneurs et granulométrie.

Notre mémoire de fin d'étude est divisé en deux parties, la première partie est consacrée à la partie théorique, et la seconde partie matériel et méthode, nous utilisons des méthodes expérimentales, impliquant la description des matériaux et méthodes utilisés, et leur Résultats et discussion.

Chapitre I :

**LA FILIERE LAIT ET PRODUITS LAITIERS EN
ALGERIE**

I.1 La filière lait

I.1.1 Définition de la filière

D'après **Tallec et al, (2005)**, la filière est l'ensemble des agents qui concourent directement à l'élaboration d'un produit final. Elle retrace donc la succession des opérations qui, partant en amont d'une matière première ou d'un produit intermédiaire, aboutit en aval après plusieurs stades de transformations à un ou plusieurs produits finis au niveau du consommateur.

Quant à Lambert (1984), il l'a défini ainsi, la filière représente l'ensemble des agents économiques, transformateurs, ou non, des agents administratifs et politiques qui jalonnent directement ou indirectement l'itinéraire d'un produit du stade initial de la production au stade final de la consommation ; elle est composée de toutes les interactions entre ces divers agents. On envisage à la fois des processus de production et d'échange et des relations entre les agents.

La filière lait est définie à travers ses quatre principaux maillons : la production, la collecte, la transformation-commercialisation et la consommation. A cela s'ajoute l'importation de la poudre de lait et ses dérivés.

I.1.2 La filière lait en Algérie :

La filière lait est un des maillons les plus complexes de l'économie Algérienne, du fait :

- D'une demande très importante ;
- Importation de plus de 70 % de cette demande ;
- Et un marché offrant une concurrence déloyale.

L'Algérie importe plus de 70 % des disponibilités en lait et produits laitiers. L'importation du lait représente 22 % de la facture alimentaire globale (**MADR, 2014**). Face au déficit de la production nationale du lait, l'Etat a fait massivement appel aux importations, L'Algérie est le troisième importateur à l'échelle mondiale (**Ministère du commerce, 2013**).

La filière lait est composée en amont par les agriculteurs, producteurs de fourrages et de graines, ainsi que les importateurs d'aliments du bétail (L'office National des Aliments du Bétail (**ONAB**) ; l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (**OAIC**) et Les Entreprises Régionales des Industries Alimentaires et Dérivées (**ERIAD**).

L'industrie laitière est le maillon le plus puissant de la chaîne laitière, elle constitue le centre de commande, permettant à la filière lait de s'adapter et d'évoluer.

L'aval connaît une croissance sans précédent et l'amont malgré les efforts fournis par l'Etat, n'arrive pas à satisfaire toute la demande exprimée. L'essor que connaît l'aval de la filière se traduit par des investissements accrus effectués par des entreprises nationales privées et étrangères attirées par la croissance du marché.

I.1.2.1L'amont de la filière lait : L'amont de la filière lait est le maillon faible. La production laitière en Algérie ne permet pas l'autosuffisance. Car elle n'a pas réussi à suivre l'évolution de la consommation laitière par habitant et surtout les rythmes rapides de la demande engendrés par des taux démographiques élevés. À partir de 1995, le gouvernement a mis en œuvre de véritables mesures incitatives pour encourager la production de lait dans les exploitations mais les résultats sont en deçà des espérances. Un réseau de collecte assure le lien entre les exploitations et les industries laitières (**MADR, 2014**).

I.1.2.2L'aval de la filière lait : L'aval de la filière lait est le maillon le plus dynamique grâce à la politique de subvention des prix à la consommation. En outre, l'Etat intervient dans la régulation du marché du lait en ajustant par tous les moyens entre l'offre et la demande. Cependant, cette situation n'a pas eu d'effet d'entraînement sur l'amont de la filière malgré l'intérêt porté à l'élevage laitier.

L'aval de la filière lait connaît un fort dynamisme. La consommation du lait et dérivés a connu une forte augmentation, à raison de 100 à 117 L /an / hab en 2012.

La ration type de la consommation varie entre 80Kg /an/hab et 220Kg/an/hab. La consommation du lait et dérivés en Algérie est plus importante que celle du Maroc (42 L) et de la Tunisie (102 L), mais elle reste très loin de celle des pays développés (380L en France) (**ONIL, 2014**).

1.2.3La distribution du lait et des produits laitiers : La distribution du lait et des produits laitiers, se fait par 3 catégories de circuits :

- Le circuit informel (autoconsommation ou vente de proximité) ;
- Le circuit formel (commerce du lait industriel et des produits laitiers) ;
- Et le circuit émergent (développement d'entreprises privées d'importation – distribution).

Dans le marché du lait et dérivés le centre névralgique de la filière lait est, la production et la collecte du lait cru. Cependant, si l'industrie laitière n'est pas assez performante pour transformer un input qui ne se conserve pas très longtemps, tous les efforts fournis pour construire une filière, seront vains.

I.1.2.4Les entreprises de transformation du lait

Sont considérées comme le noyau de la filière lait. La structure générale de l'industrie laitière fait apparaître la coexistence de trois formes d'entreprises :

- les unités de production publiques organisées sous forme de groupe industriel de production du lait (**GIPLAIT**) : Avant les années 90, la transformation et la commercialisation étaient monopolisées par les entreprises d'Etat à travers les offices régionaux qui ont une bonne

couverture géographique. Ces entreprises ont été longtemps baignées dans un environnement protégé.

- les entreprises privées de taille moyenne qui ont tendance à se développer grâce, notamment, aux partenariats réalisés avec les entreprises étrangères ;
- les entreprises privées de petite taille qui ont une assise régionale et qui se spécialisent dans la production d'un ou deux produits notamment le fromage. A ces trois catégories s'ajoutent les toutes petites laiteries qui opèrent dans le secteur non enregistré.

Chapitre II :

Généralité sur le lait

I. Définition du lait :

Le lait a été défini par le codex alimentarius (1999), comme étant la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur.

En 1909 que le congrès international de la répression des fraudes a défini ainsi le lait :

« Le lait est produit intégrale de la traite total et ininterrompue d'une femelle laitier bien portante bien nourrie et non surmener. Il doit être recuite proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (François M. luquet, 1990).

I.1. Composition du lait :

La composition du lait varie selon les espèces (tableau 1). Le lait ruminant a une teneur élevée en protéines et se distingue aussi par une proportion importante de résidus d'acide gras (AG) à courte chaîne dans la constitution des triglycérides. C'est le lait de vache et de chèvre qui présente les compositions les plus équilibrées en lipides lactose et protéines.

Tableau 1 : les compositions globales de laits de différents mammifères (ROMMAIN, al.2008)

Lait	EST	MAT	PROTEINE	CASEINE	UREE	MG	LACTOSE	CENDRE
Femme	12,6	-	1,2-1,6	0,5-0,8	-	3.75	5 à 8	0.21
Vache	13,0	3,9	3,2	2,8	0.014	3.9	4.9 (4 à 6)	0.9
Brebis	18,4	5,7	5,5	4,5	0.035	7.19	4.7	0.9
Chèvre	-	3,1	2,8	2,3	0.0385	3.38	4.4 à 4.7	0.5 à 0.8
Jument	-	-	2,0	-	-	-	-	0.4
chamelle	12,4	-	3,0	-	-	5.38	3.3	0.7

EST : extrait sec total

MAT: matière azotée total

La composition moyenne du lait de vache représenté dans la figure (01) fait apparaître les grandes catégories de constitution du lait : eau, lactose, matière grasse, protéine et constituant salins (Cecilbos, 2001).

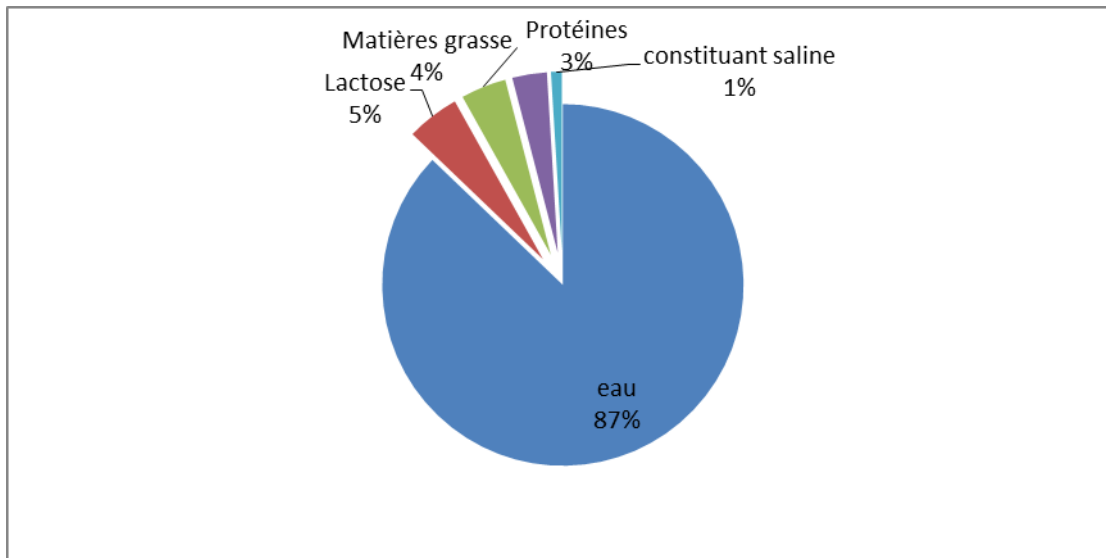


Figure 1 : composition du lait de vache (g/l de lait)

I.1.1.L'eau :

L'eau, élément majeur dans la constitution du lait. Il peut atteindre une concentration massique de plus de 902 g/l par litre, ce qui représente 87% de la composition du lait.

I.1.2.Le lactose :

Le lactose est le glucide du lait. Il s'agit d'un disaccharide ($C_{12}H_{22}O_{11}$) réducteur spécifique du lait puisque sa synthèse se déroule dans la glande mammaire par fixation 1-4 d'un β galactose sur un glucose.

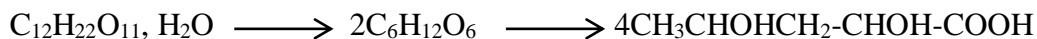
Sa synthèse s'effectue dans les acini à partir du glucose sanguin produit essentiellement dans le foie.

Il est dit alpha (α) ou beta (β) selon la position du groupement porté par le carbone 1 des résidus. Il se crée un équilibre entre ces 2 formes, et dans une solution de lactose à 15 °C, le mélange se compose de 38 % de lactose α et de 62% de lactose β (**LEON GUGUEN, 2001**).

C'est le constituant majeur de la matière sèche du lait où il représente plus de la moitié de l'extrait sec total. Sa concentration est relativement constante et peu sujette à la variation saisonnière. Le lactose a un pouvoir sucrant faible de six fois que celui du saccharose. Il joue un rôle dans l'élaboration du système nerveux (galactoside du cerveau).

I.1.3.la fermentation lactique :

Le lactose résiduel est transformé en acide lactique par les enzymes microbiens du colon.



Ces bactéries lactiques (lactobacilles et streptocoques) sont utilisées en industrie pour l'obtention de lait fermenté ou de fromage frais (par la baisse du pH lors de l'acidification lactique) ou encore pour la fabrication du fromage affiné.

Cependant, la réaction est plus complexe qu'il n'y paraît : il s'agit d'une succession de dix étapes dans les neuf premières sont commune à différentes fermentations (Gérard brûlé, 2001).

I.1.4.Intérêt nutritionnelle du lactose :

La présence du lactose dans le tube digestif favorise l'implantation d'une flore lactique qui s'oppose à l'installation d'une flore de putréfaction. Il favorise également l'assimilation du calcium et des matières azotées

I.1.5.Matière grasse du lait :

Dans le lait, la matière grasse est percée sous forme de matière grasse de taille très variable (entre 0,1 µm et 10 µm) mais la majorité se situant autour de 3-4 µm les globules gras de très petites tailles sont les plus nombreux mais ils renferment peu de matière grasse. Avec un diamètre moyen de 3.6-3.5 µm, les globules gras du lait de vache ont une taille intermédiaire entre ceux du lait de bufflonne (environ 5 µm) et ceux du lait de brebis (3.2 µm) et chamelle (2.7 µm)

Dans les composer sont :

Composer lipidique : 99% de la matière grasse.

Les lipides simples : 98% de la matière grasse (glycérides, cholestérols, cerides).

Les lipides complexes : 1% de la matière grasse.

Acide gras libre : 0.1% de la matière grasse.

Composer liposoluble : 0.5% de la matière grasse.

Cholestérol : 0.3% de la matière grasse.

Hydrocarbure divers : 0.1% de la matière grasse (scalène, phytène, β carotène, xanthophylles).

Vitamine : A, D, E, K.

I.1.6. Intérêt nutritionnelle de la matière grasse laitière :

La matière grasse est constituée d'une part des lipides saturés pour 60% à 65%, et d'autre part de lipides insaturés pour au moins 35%. Elle est cependant pauvre en acide gras polyinsaturés. Les proportions relatives des acides gras du lait de vache varient dans des limites bien définies au cours de l'année, dans les conditions normales de vie, du cheptel bovin.

L'amplitude de ces variations diffère selon les régions. La richesse en acides gras à chaîne courte et moyenne en fait une matière grasse très digestible. La matière grasse laitière est le véhicule des vitamines liposolubles A et D.

I.1.7. Les vitamines du lait :

Les vitamines du lait sont présentes soit dans la matière grasse (vitamine liposoluble), soit dans la phase écrémée (vitamine hydrosoluble) à l'état libre ou associées à des protéines. Au regard des apports journaliers recommandés, le lait de vache constitue une bonne source pour les vitamines hydrosolubles B12, B2, B8 et B5, mais il contribue peu à l'apport en vitamine B3. Le lait de vache est un faible vecteur de vitamines liposolubles (vitamine D E K). Ceci est corrigé dans le cas de la crème, du beurre ou du fromage produit pour lesquelles la teneur en matière grasse est concentrée. Dans le cas des laits de consommation enrichie en vitamine D.

Le tableau(6) rapporte la teneur des principales vitamines du lait de vache cru (*Öste et al, 1997*). Les fortes variations observées pour la teneur en vitamine A et dans une moindre mesure pour la teneur en vitamine E des laits résultent du type d'alimentation des vaches, alors que la teneur en vitamine D des laits est plus liée à l'exposition des vaches aux rayonnements du soleil.

La teneur en vitamine B2 des laites dépend de la race bovine et elle est généralement plus élevée au printemps et en été. La teneur en vitamine B6 est plus élevée dans le lait que dans le colostrum, alors que l'inverse est observé pour la vitamine B12. La vitamine B12 retrouvée dans le lait provient pour une large part de l'activité des microorganismes expliquant la relative stabilité de sa teneur à la cour de la lactation.

Les teneurs en vitamine B3 et B5 sont plus faibles dans le lait de vache en comparaison à celui de la chèvre et de brebis. Les différences de teneur en vitamine C quantifiée dans les laits d'une même espèce résultent pour l'essentiel des conditions de traitement et de stockage de lait qui affectent le niveau d'oxydation de la vitamine.

Tableau 2 : teneur en vitamine (en μg pour 100 g) dans le lait de vache. (**Adapter öste et al, 1997 ; fox et McSweeney, 1998**)

	Teneur (μg pour 100 g)
Vitamine liposoluble	
Vitamine A	10-100
Vitamine D	0.01-0.12
Vitamine E	20-180
Vitamine K	0.4-1.8
Vitamine hydrosoluble	
Vitamine B1	20-80
Vitamine B2	80-250
Vitamine B3	30-200
Vitamine B5	260-490
Vitamine B6	22-190
Vitamine B8	1.2-6.0
Vitamine B9	3.7-7.2
Vitamine B12	0.24-0.75
Vitamine C	1650-2750

I.1.8. Les protéines :

La concentration protéique normale d'un lait de vache oscille généralement entre 32-38 g/, elle peut varier (de manier beaucoup plus significatif d'une vache à l'autre en fonction de facteurs génétique, sanitaire, alimentaire,... (**Marshall, 1995**). Il est généralement admis que les protéines représentent 95% (m/m) de la matière azoté du lait ; le complément correspond à la fraction azotée non protéique (NPN : urée, créatine, acide urique, vitamine, peptide, ammoniacque,...)

I.1.9. Enzymes :

Environ 80% de la matière azotée du lait correspond à la fraction caséique et 20% auproprotéine soluble et au NPN. La concentration des protéines majeures du lait bovin (concentration $\geq 0.1\text{g/l}$) est indiquée dans le tableau 7. Il est à noter que nombreuses autres protéines (certainement plus de 1000) sont présentes dans le lait de vache et à des quantités inférieures a 0.1 g/l : des enzymes (endogène, bactérienne) dans l'action peut être significative d'un point de vu technologique,

Tableau 3 : composition protéique g/l d'un lait de vache (**cayot et Lorient, 1998 ; fox et Mcsweeney, 1998**).

protéine	Concentration g/l
Caséine α	10.0
Caséine α	2.6
Caséine β	9.3
Caséine κ	3.3
Caséine γ	0.8
β -lactoglobuline	3.2
α -lactalbumine	1.2
Bovine sérum albumine	0.4
Immunoglobuline	0.8
Protéose peptone, 8f, 8S	0.5
Protéose peptone 3	0.3
Lactoferrine	0.1
Transferrine	0.1
Membrane des globules gras	0.4
Total,	33.0

I.1.10. Les minéraux :

Par définition les minéraux sont des éléments inorganiques qui ne contiennent pas de carbone, azote ou d'oxygène dans leur structure chimique. L'animal ne peut pas les synthétiser, les minéraux proviennent essentiellement de l'alimentation ou des réserves osseuses où calcium, magnésium et phosphore sont stockés. Ils passent de la circulation sanguine via les cellules de la glande mammaire.

Les minéraux représentent quantitativement une fraction mineure du lait (7-9% m/m de la matière sèche), mais ils contribuent fortement à ces propriétés physicochimiques technologiques et nutritionnelles. Ils participent en effet à l'organisation des micelles de caséine, conditionnent certaines propriétés du lait et dérivés et tout particulièrement son aptitude à l'élaboration d'une très grande diversité de texture fromagère. Par ailleurs, la forte concentration en calcium et phosphore confère un intérêt nutritionnel au lait et à ses dérivés. La fraction minérale est classiquement mesurée par une détermination de la quantité de cendre.

Tableau 4 : macroélément et oligo-élément de lait de vache (Gueguen, 2001)

o l i g o é l é m e n t s	Calcium	10	1200
---------------------------	---------	----	------

	Phosphore	920
	Potassium	1500
	Sodium	450
	Clore	1100
	Magnésium	110
	Rapport ca/p	1.3
	Oligo- éléments µg/l	Zinc
Fer		460
Cuivre		150
Manganèse		30
Iode		80
sélénium		30

I.1.11. Enzymes :

Le lait contient une grande variété d'enzymes. Ce sont des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques (**Linden, 1987**). Environ 60 Enzymes principales ont été répertoriées dans le lait. , mais il contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes.

Ces enzymes peuvent jouer un rôle très important en fonction de leurs propriétés :

-Lyses des constituants originels du lait ayant des conséquences importantes sur le plan technologique et sur les qualités organoleptiques du lait (lipase, protéase). Ayant un rôle antibactérien, elles apportent une protection au lait (lactopéroxydase et Lysozyme).

- Indicateurs de qualité hygiénique pour le traitement thermique (phosphatase alcaline, peroxydase, enzyme thermosensible) (**Benhadane, 2012**).

I.2. Principales caractéristiques du lait :

I.2.1 Propriétés physico-chimiques du lait :

Les caractéristiques physico-chimiques du lait varient selon les espèces animales, et même selon les races (**Rahali et Ménard., 1991 ; Soryal et al, 2004**). Les principales propriétés physico-chimiques du lait sont représentées par sa densité, son point de congélation, son point d'ébullition et son acidité (**Amiot et al, 2002**).

Le lait est un milieu contenant essentiellement du lactose, des minéraux et des éléments dispersés, de nature lipidique (globules gras) et protéique (micelles de caséines). Les propriétés nutritionnelles et technologiques (stabilité thermique, aptitude à la transformation fromagère et beurrière) dépendent pour une part importante des caractéristiques physico-chimiques de chacune des phases (**Mahaut et al ; 2000**).

I.2.2. La densité :

La masse volumique d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. Elle varie entre 1.028 et 1.035 pour une moyenne de 1.032 à 20°C. Elle varie en fonction de la composition du lait, notamment de sa teneur en matière grasse, qui a un effet prépondérant en raison de sa variabilité suivant la race et l'alimentation (**Croguennec et al, 2008**).

I.2.3. Le point de congélation :

Neville et Jensen (1995) ont pu montrer que le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau pure puisque la présence de solides solubilisés abaisse le point de congélation. Cette propriété physique est mesurée pour déterminer s'il y a addition d'eau au lait. Sa valeur moyenne se situe entre -0.52 et -0.55°C. Il est constaté de légères fluctuations dues aux saisons, à la race de la vache, à la région de production. Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du point de congélation (**Mathieu, 1999**).

I.2.4. Le point d'ébullition :

Le point d'ébullition est la température à laquelle la pression de vapeur d'une substance ou d'une solution est égale à la température atteinte lorsque la pression est appliquée. Comme le point de congélation, le point d'ébullition est également affecté par les solides dissous. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, qui est de 100,5°C (**Amiot et Coll; 2002**).

I.2.5. L'acidité du lait :

Selon (**Jean et Dijon 1993**) l'acidité du lait résulte de l'acidité naturelle, due à la caséine, aux groupes phosphate, au dioxyde de carbone et aux acides organiques et de l'acidité développée, due à l'acide lactique formé dans la fermentation lactique. L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine. Un lait frais a une acidité de titration de 16 à 18°Dornic (avec 1°D=0,1g d'acide lactique/litre de lait). Conservé à la température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement (**Mathieu, 1998**).

I.2.6. Le pH :

Le pH d'un lait frais à 20°C se situe entre 6,5 et 6,8. Plutôt proche de 6,6 immédiatement après la traite (**Croguennec et al. 2008**). Contrairement à l'acidité titrable, le pH ne mesure pas la concentration des composés acides mais plutôt la concentration des ions H⁺ en solution. Les valeurs de pH représentent l'état de fraîcheur du lait, plus particulièrement en ce qui concerne sa stabilité, du fait que c'est le pH qui influence la solubilité des protéines c'est-à-dire l'atteinte du point isoélectrique (**Vignole, 2002**).

Tableau 5 : différents vitamines composant le lait.

Caractéristiques chimiques	
PH (A 20 °C)	6,6 – 6,8
DENSITE	1,030 – 1,033
TEMPERATURE DE CONGELATION (°C)	-0,54_-0.55
Caractéristiques physiques (g /100g)	
TENEUR EN EAU	87,3
EXTRAIT SEC TOTAL	12,7
TAUX DE MATIERE GRASSE	3,9
EXTRAIT SEC DEGRAISSE	9,2
TENEUR EN MATIERE AZOTEE TOTALE	3,4
TENEUR EN CASEINE	2,8
TENEUR EN ALBUMINE ET GLOBULINE	0,5
TENEUR EN LACTOSE	4,9
TENEUR EN CENDRE	0,90
VITAMINES, ENZYMES ET GAZ DISSOUS	Traces

I.2.2. Caractéristiques organoleptiques du lait cru :

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

Le lait est un liquide biologique comestible deux fois plus visqueux que l'eau, opaque, blanc, d'une saveur douceâtre, d'odeur peu accentuée (Kabir, 2015).

I.2.2.1. L'aspect :

Le lait est un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté, il peut dénoter l'écémage du lait ou son mouillage. Un lait rosé laisse présager la présence de sang provenant de vaches malades (Pougheon, Goursaud, 2001 ; Amiot et al., 2002).

I.2.2.2. L'odeur :

Selon Vierling (2003) l'odeur est caractéristique du lait du fait que de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les

fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

I.2.2.3. La saveur :

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

I.2.2.4- La viscosité :

La viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdales émulsifiées et dissoutes. La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait qui dépend également de paramètres technologiques et reste une caractéristique importante de la qualité du lait, étant donné qu'une relation intime existe entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité par le consommateur (**Rheotest, 2010**).

I.2.2.5. La microflore du lait cru (Bactéries, Levures, Moisissures) :

La population microbienne dans le lait est variée, mais la majorité des souches bactériennes est banale donc non gênante et même parfois utile (Perreau, 2014). En général, le lait de vache contient une population importante de bactéries lactiques qui comprend différents genres tels que : *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Enterococcus* spp.

Un certain nombre d'autres microorganismes peuvent être présents dans le lait en proportions importantes. Ceux-ci comprennent les bactéries psychotropes, tels que *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Aeromonas* spp, qui fleurissent pendant le stockage à froid du lait (**Quigley et al., 2013**).

I.2.2.6. Origine de la microflore du lait cru :

La flore du lait provient de l'environnement de traite et de l'animal lui-même. La composition de la flore est susceptible de varier à chaque traite et à chaque lieu de traite.

Le développement des microorganismes dépend de plusieurs facteurs qu'il faudra également s'efforcer de maîtriser : le pH, la température (l'acidification du lait par abaissement du pH ou l'abaissement rapide de sa température limite la croissance des microorganismes), la teneur en oxygène, l'humidité et la teneur en sel (Magali, 2012). Les microorganismes principalement présents dans le lait sont les bactéries, mais on peut aussi trouver des levures et des moisissures, voire des virus (**Lamontagne et al, 2002**).

I.2.2.7. Les bactéries :

Elles agissent par l'intermédiaire des enzymes qu'elles sécrètent. Certaines sont utiles et nécessaires alors que d'autres sont nuisibles et dangereuses (Magali, 2012). Les bactéries présentes dans le lait peuvent être subdivisées en trois groupes : les agents pathogènes, les agents d'altération et les bactéries utilisées dans la fabrication de produits fermentés (Frank et Hassan., 2002).

I.2.2.8. Les bactéries utiles :

Sont principalement les bactéries qui sont impliquées dans la fermentation du lactose qui conduit à l'acidification du lait. Elles sont en principe, considérées comme des bactéries utiles du lait, parfois recherchées en tant que ferments naturels pour la fabrication de produits laitiers fermentés. Elles ne se développent pas en dessous de 8 °C, la réfrigération bloque donc leur multiplication.(Lamontagne et al., 2002).

Tableau 6: Les bactéries utiles dans le lait (Frank et Hassan., 2002).

Catégorie	Espèces
Bactéries utiles	Lactocoques: <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i>
	Lactobacilles : <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus curvatus</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i>
	Propionibactéries: <i>Propionibacterium freudenreichii</i> , <i>Propionibacterium jensenii</i> , <i>Propionibacterium thoenii</i> , <i>Propionibacterium acidipropionici</i>
	Coryneformes: <i>Brevibacterium</i> spp., <i>Arthrobacter</i> spp., <i>Microbacterium</i> spp., <i>Aureobacterium</i> spp., <i>Brachybacterium</i> spp., <i>Rhodococcus</i> spp., <i>Corynebacterium</i> spp.
	Bifidobactéries: <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterium animalis</i>
	Microcoques : <i>Micrococcus</i> spp., <i>Kocuria</i> spp., <i>D</i>

I.2.2.9. Les bactéries pathogènes :

Le lait cru peut contenir des agents pathogènes dont la multiplication dépend principalement de la température et de la microflore du lait (Lamontagne et al, 2002). Ils sont représentés par les flores de contaminations fécales et les bactéries responsables de toxi-infection (Raiffaud, 2011).

Tableau 7 : Les bactéries pathogènes dans le lait (Frank et Hassan., 2002; Vignola, 2002).

Catégorie	Espèces
Bactéries pathogènes	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus hyicus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Streptococcus uberis</i> , <i>Streptococcus agalactiae</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> ,

	<i>Salmonella, Escherichia coli 0157:H7, Listeria monocytogenes, Mycobacterium tuberculosis, Brucella abortus, Coxiella burnetii, Aeromonas hydrophila, Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Stenotrophomonas maltophilia, Klebsiella pneumoniae, Serratia marcescens, Proteus mirabilis, Enterobacter sakazakii, Hafnia alvei, Actinomyces pyogenes, Leptospira interrogans, Clostridium botulinum, Shigella sonnei</i>
--	---

I.2.2.10. Les bactéries d'altération :

Les germes indésirables ou les germes d'altération, sont ceux qui sont responsables de défaut de fabrication, d'aspect, de goût et de durée de conservation des laits. (Lévesque, 2007). Quatre groupes de bactéries d'altération sont généralement présents dans le lait cru : les producteurs d'acide lactique, d'acide propénoïque, d'acide butyrique et les producteurs d'enzymes de dégradation principalement les protéases et les lipases (Frank and Hassan, 2002). L'évolution de la flore d'altération va dépendre d'un grand nombre de facteurs, dont les principaux sont : les traitements thermiques, les caractères physico-chimiques du lait (pH, aw...), l'hygiène des locaux de transformation et les méthodes de conservation (Monique et Souad, 2013).

Les principaux genres identifiés comme flore d'altération sont : Pseudomonas sp, Proteus sp, les coliformes soit principalement les genres : Escherichia et Enterobacter, les sporulées telles que Bacillus sp, Clostridium sp et certaines levures et moisissures (Vignola, 2002 et Richard, 1990).

Tableau 8: Les bactéries d'altération dans le lait (Frank et Hassan., 2002).

Catégorie	Espèces
Bactéries d'altération	Psychrotrophes: <i>Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas fragi,</i>

Pseudomonas putida, Acinetobacterspp, Moraxellaspp, Psychrobacterspp, Flavobacteriummaloloris, Shewanellaputrefaciens, Alcaligenesfaecalis

Coliformes : *Escherichia spp, Enterobacteraerogenes, Klebsiellapneumoniae, Proteus spp, Serratiamarcescens, Citrobacterspp.*

Bactéries sporulantes: *Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Clostridium tyrobutyricum*

Bactéries lactiques : *Lactobacillus casei, Lactococcuslactis, Propionibacterium, EnterococcusfaecalisMicrococusspp.*

I.2.2.11. Les levures :

Elles transforment les sucres en alcools, ce qui peut provoquer des problèmes de goût (Magali, 2012). Le nombre des espèces des levures dans le lait cru est relativement réduit, mais on peut trouver un niveau plus au moins élevé (Lagneau et al., 1996). Les espèces qui ont été détectées dans le lait cru comprennent : *Kluyveromycesmarxianus, Kluyveromyceslactis, Rhodotorulamucilaginoso, Debaryomyceshansenii, Geotrichumcandidum, Geotrichumcatenulate, Pichiafermentans, Candida sake, Candida parapsilosis, Candida inconspicua, Trichosporoncutaneum, Trichosporonlactis, Cryptococcuscurvatus, Cryptococcuscarnescens and Cryptococcusvictoriae (Delavenne et al, 2011).*

I.2.2.12. Les moisissures :

Elles ont besoin d'air et se rencontrent surtout en phase d'acidification du lait. Elles sécrètent essentiellement des lipases et des protéases qui dégradent les constituants du lait (Magali, 2012). La composition fongique du lait cru peut être influencée par l'état physiologique de l'animal, ainsi que le temps, l'alimentation et la saison (Callon et al, 2007).

Comme les bactéries, certaines moisissures (*Aspergillus flavus*, certains *Penicillium*) possèdent un effet pathogène. *Mucor spp, Rhizopus spp*, et *Penicillium* sont responsables de certaines toxicités tandis que d'autres moisissures telles que *Penicillium camemberti, Penicillium roqueforti, Aspergillus niger, Geotrichumcandidum, Rhizomucormiehei* sont utilisés principalement dans l'affinage des fromages (Frank and Hassan, 2002).

I.3. Les différentes boissons du lait :

I.3.1 Lait pasteurisé :

La pasteurisation du lait a pour but de détruire les microorganismes pathogènes, elle se fait soit par pasteurisation basse (62-65°C/30min), soit par pasteurisation haute (71-72°C/15-40 sec pour le lait cru de bonne qualité et une flachepasteurisation (85-90 °C/1-2 sec) pour les laits crus de mauvaise qualité (Kabir, 2015).

I.3.2.Lait stérilisé :

Selon les procédés de stérilisation on distingue deux types de lait stérilisé (**Ghaoues, 2011**).C'est un lait stérilisé après conditionnement par la chaleur, laquelle doit détruire les enzymes et les microorganismes pathogènes. La stérilisation est réalisée à une température de 100 -120°C pendant 20 min.

I.3.3.Lait stérilisé UHT :

C'est un lait traité par la chaleur qui doit détruire les enzymes et les microorganismes pathogènes avant le conditionnement. Le traitement thermique est réalisé à 135-150°C pendant 2s à 5s.

I.3.4.Le lait en poudre :

La poudre du lait est produite par l'évaporation de l'eau du lait, cette déshydratation assure sa longue conservation dans les emballages fermés à l'abri de l'air et l'humidité (**Lafite Dupont, 2011**).

Chapitre III:

LE FROMAGE

III. Fromage

III.1. Historique

L'histoire du fromage n'est pas récente. En effet, depuis quelques décennies, des connaissances nouvelles ont été apportées par les travaux d'une discipline émergente, l'histoire de l'alimentation. Grâce aux éléments de la préhistoire, les historiens ont remonté la fabrication du fromage à 8000 ans en Europe centrale, toutefois, l'histoire des fromages comporte néanmoins encore beaucoup de lacune.

Au néolithique (10 000 ans av. J.C), on garde et transporte le lait dans des estomacs de chèvre et on constate qu'il durcit. Mille ans plus tard (9000 av. J.C), le lait caillé est affiné, égoutté (invention des faisselles), salé pour augmenter la durée de conservation. Les traces de cette activité sont retrouvées à Neufchâtel (Suisse). et se transporter.

Le fromage naquit le jour où l'homme, ayant domestiqué des mammifères, essaya de conserver ce précieux aliment initial qu'est le lait. Il s'aperçut bientôt que le lait qu'il entreposait se coagulait rapidement, que ce caillé était un aliment agréable et digeste et qu'une fois séparé de son sérum, il devenait une masse compacte qui pouvait sécher, donc se conserver.

Qu'il soit de lait de chamelle, de bufflonne, de zébu, de bisonne, de mouflon ou de chèvre, le fromage existait déjà dans les temps les plus anciens, sous les climats les plus divers et nulle civilisation, nul peuple, nul pays, ne peut en revendiquer l'invention et la paternité (**FONTENEAU, 1997**).

Les Grecs fabriquent des fromages de chèvre et de brebis (la feta) et utilisent le fromage en pâtisserie comme matière grasse (le tyros). Les Romains améliorent la qualité des caillés, utilisent le pressoir pour accélérer l'égouttage et commercialisent les produits en méditerranée. La coagulation est obtenue en faisant tromper des estomacs de ruminants non sevrés dans le lait. Plus tard, Charlemagne découvre et apprécie le roquefort. Il contribue à sa notoriété. Durant le Moyen Age, les monastères gèrent les troupeaux et ont le monopole de la fabrication des fromages de commerce.

Le fromage est un produit vulnérable, il faudra attendre Pasteur et la pasteurisation du lait pour le conserver sur de longues durées et le commercialiser sur de longues distances (**ROUDAUT et LEFRANCQ, 2005**).

III.2. Définitions de fromage

III.2.1. Définition internationale

Pour pouvoir être échangé sur le plan international, tous les produits doivent répondre à une nomenclature avec des définitions à minima. Il s'agit de la convention internationale, conclue à Bruxelles le 14 juin 1983, dans laquelle le système harmonise la désignation et la codification des marchandises. Le système harmonisé est géré par l'organisation mondiale des douanes (**OMD**).

Pour les pays signataires du **Codex Alimentarius**, la définition est donnée dans la norme **CODEX STAN 283-1978**.

Le fromage 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/caséines ne dépasse pas celui du lait et qui est obtenu par coagulation complète ou partielle des protéines du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du babeurre (**pas babeur**), seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (notamment de la caséine).

La teneur en protéines du fromage étant par conséquent est nettement plus élevée que la teneur en protéine du mélange des matières premières qui ont servi à la fabrication du fromage et /ou par l'emploi de technique de fabrication entraînent la coagulation des protéines du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physique, chimique et organoleptique similaire à celles du produits .

III.3. Caractéristiques des fromages

Les propriétés organoleptiques du fromage sont au cœur des préoccupations de diverses industries. La qualité sensorielle du fromage varie en fonction de la technologie de fabrication et des propriétés chimiques et microbiologiques des matières premières utilisées. Cette dernière dépend elle-même de nombreux facteurs tels que la source génétique et la physiologie alimentaire (**FROC J. et al. 1988**) Le gel obtenu par ajout de présure est plus résistant et le rendement en fromage est plus élevé.

La partie la plus importante de cet effet est liée à la différence de teneur en caséine dans différentes variétés de lait, et d'autre part à la variation du polymorphisme génétique, en particulier la variation des protéines du lait à la fréquence du variant B, la caséine k. Maintenant, il est bien connu que la fraîcheur de cette variante de caséine varie d'une race à l'autre et affecte la capacité de coagulation du lait (**MISTRY VV et al, 2000**).

III.4. Classification des fromages

Le fromage est divisé en trois catégories, correspondant aux trois principaux types de production : le fromage frais, le fromage affiné et le fromage fondu.

III.4.1. Les fromages frais

Sont équivalents aux caillés crus immatures. Ils sont fabriqués à partir de lait entier ou écrémé.

III.4.2. Fromage affiné

En plus de la fermentation lactique, ces fromages ont également subi d'autres fermentations induites par l'inoculation de micro-organismes spécifiques, qui transforment les mouettes en produits lipolytiques, hydrolysées en protéines et riches en vitamine B, qui est proportionnelle

à l'activité des enzymes apparentées, acides gras et dégradation des acides aminés. Il existe plusieurs types de fromages affinés :

- fromage à égouttage spontané et à moisissure extrême ;
- fromage égouttage accéléré.

III.4.3 Fromage fondu

Ce sont des produits obtenus par la fonte d'un fromage ou d'un mélange de fromage frais ou affiné additionné éventuellement de lait, beurre, crème, caséine, lactosérum et d'autres ingrédients comme épices, aromates et jambon (ANDRIAN et AL, 2003).

III.5. Caractéristiques nutritionnelles des fromages

L'intérêt alimentaire des fromages présente de nombreux points communs avec celui du lait (sources de calcium, de protéines animales, etc.). Toutefois, leur fabrication s'accompagne de modifications de composition et de valeur nutritionnelle (FREDOT, 2009).

III.5.1. La teneur en eau et l'extrait sec complémentaire

L'extrait sec ou la matière sèche est le complément à 100 de la teneur en eau. Il est fonction de la teneur en matières grasses du lait, de la crème ajoutée et de l'importance de l'égouttage car l'élimination du lactosérum entraîne une forte augmentation de la teneur en matière sèche. Ce taux varie ainsi de 20% pour les fromages frais et peut aller jusqu'à 65% pour les pâtes dures (voir tableau 09).

L'humidité finale est liée à différents facteurs :

- le degré d'égouttage du caillé ;
- la teneur en matières grasses du lait utilisé (la teneur en eau du lait écrémé > lait demi-écrémé > lait entier).

Tableau 09 : la durée et les conditions d'affinage (FREDOT, 2009).

Type de fromage	Teneur moyenne en eau	Matière sèche
Fromage frais	≥80%	≤20%
Fromage à pâte molle	50%	50%
Fromage fondu	50%	50%
Fromage à pâte semi dure	45%	55%
Fromage persillés	40%	60%
Fromage à pâte dure	35%	65%

III.5.2. Les protéines

Selon leur mode de fabrication, les fromages contiennent de 10 à 30% de protéines. Ce sont les aliments les plus riches en protéines, en particulier les fromages à pâte pressée dont la teneur en protéines (30%) dépasse celle de la viande (20%). Ces protéines proviennent de la caséine modifiée dont, au cours de l'affinage, une partie importante (entre 20 et 30% selon les fromages) se trouve dégradée et solubilisée en oligopeptides et acides aminés sous l'influence d'une série d'enzymes, différentes selon la microflore, ce qui confère au produit final sa texture et sa saveur. Du fait de cette protéolyse, les protéines du fromage sont aisément digestibles. Outre sa teneur élevée en protéines, la haute valeur biologique du fromage lui est conférée par sa composition en acides aminés très intéressante sur le plan nutritionnel (**DILLON et BERTHIER, 1997**).

III.5.3. Les lipides

Le taux de matière grasse pour 100 g de matière sèche des fromages issus de lait entiers se situe autour de 50%. De la crème doit être ajoutée pour parvenir à des taux supérieurs. Des fromages de grande consommation, notamment parmi les fromages fondus et les pâtes fraîches présentent des taux de matière grasse/matière sèche qui atteignent 65 à 75% (**FAVIER, 1986**).

Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte du fromage. Au cours de la maturation se produit, sous l'influence de lipases microbiennes, une lipolyse limitée avec formation d'acides gras libres qui va de 0,25% de la matière grasse dans le camembert frais à 6,4% dans le camembert très affiné. Certains de ces acides gras sont volatils et interviennent dans la formation de l'arôme. Les lipides du lait (triglycérides, phosphoglycérides, sphingosides) se trouvent dans le fromage sous forme émulsionnée, ce qui les rend plus digestibles (**DILLON et BERTHIER, 1997**).

III.5.4. Les glucides

Les fromages affinés ne contiennent en général pas de glucides; la petite quantité de lactose restant dans le caillé en fin d'égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage. Cependant, dans les fromages frais, peu égouttés et peu fermentés, on trouve des quantités appréciables de lactose, d'acides lactique et citrique. Il en est de même dans les fromages fondus additionnés de lactose et d'acide citrique au cours de la fabrication (**ANONYME 2, 1995**).

Selon **FREDOT (2009)**, la teneur moyenne en glucides est de :

- 3,5% dans les fromages frais non sucrés ;
- 20% environ dans les fromages frais sucrés ou aux fruits ;
- négligeable dans les fromages affinés : ils peuvent donc être consommés dans les régimes appauvris en lactose.

III.5.5. Les minéraux

Les fromages, comme tous les produits laitiers, bénéficient dans l'opinion d'une bonne connotation nutritionnelle pour le calcium. Leur contribution importante à l'apport d'autres éléments minéraux est moins connue. Ainsi, les fromages sont aussi une source intéressante de potassium, de zinc, d'iode et de sélénium. En revanche, ils sont pauvres en fer et en magnésium et participent à la consommation excédentaire de sodium et de phosphore (GUÈGUEN, 1997).

III.5.5.1. Calcium et phosphore

Les fromages constituent d'excellentes sources de calcium. Toutefois, le taux de calcium varie en fonction de la teneur en eau et du mode de fabrication (DILLON et BERTHIER, 1997).

GUÈGUEN (1997) estime ainsi que les teneurs en calcium varient de moins de 100 mg par 100 g pour les fromages frais à plus de 1200 mg par 100 g pour certains fromages à pâte pressée cuite (emmental, parmesan).

Selon FREDOT(2009), les fromages les plus riches en calcium sont ceux à pâte dure puis semi dure. Les fromages à pâte molle ont des taux plus faibles mais en général supérieurs à ceux du lait de par le phénomène de concentration liée à la perte en eau.

Le rapport calcium/phosphore de 1,4 dans le lait reste à peu près équivalent dans la plupart des fromages, sauf dans les fromages à caillage lactique et à égouttage lent où il est de 1,2, le phosphore restant lié aux matières organiques. De plus, dans les fromages fondus, dans lesquels des polyphosphates ont été ajoutés, il avoisine la valeur de 0,5. Il en est de même pour les fromages de chèvre et les fromages frais.

III.5.5.2. Sodium et potassium

Les teneurs extrêmement variables en sodium des fromages (200 à 1000 mg/100 g) résultent évidemment du taux de salage. Des teneurs supérieures à 1500 mg/100 g ont même été trouvées dans des fromages persillés. En effet, le lait (et donc les fromages frais non salés) sont relativement pauvres en sodium. Une partie du sodium des fromages fondus provient des sels de fonte, notamment du polyphosphate de sodium. Dans le cas de certains fromages affinés, le sel est surtout concentré dans la croûte qui, enlevée, ne contribue pas à l'excédent de sodium consommé. Les teneurs en potassium sont beaucoup moins variables, de 100 à 200 mg / 100 g, comme dans le lait. Cependant, les fromages de chèvre se distinguent par des teneurs plus élevées en K, pouvant atteindre 200 mg/100 g (GUÈGUEN, 1997).

III.5.5.3. Magnésium

Par rapport aux apports conseillés (350 à 400 mg/jour), les fromages sont relativement pauvres en magnésium : 10 à 50 mg/100 g (GUÈGUEN, 1997).

III.5.5.4. Oligoéléments

Le lait possède une teneur faible en oligoéléments et même s'ils se concentrent avec la matière sèche dans les fromages, ils restent en quantité peu intéressante. Seul le zinc est considéré en tant que source (FREDOT, 2009), ce qui est montré sur le tableau 2.

Tableau 10: Composition du camembert pour 100g du produit frais (ADRIAN et al. 2003).

	Fer	Cuivre	Zinc	Sélénium
Lait	0,05	0,01	0,38	0,0033
Fromage	0,2 à 1	0,08 à 0,5	0,5 à 4,5	0,006

III.5.6. Les vitamines

La teneur en vitamines liposolubles, essentiellement vitamines A et D, accessoirement vitamine E, est directement fonction de la richesse du produit en lipides laquelle peut varier de 0% dans certains fromages frais à 70% dans les produits enrichis en crème. Quant à la teneur en vitamines hydrosolubles, celle-ci varie considérablement selon les fromages.

En effet, elle est le résultat de deux facteurs opposés : la perte qui survient au cours de l'égouttage et l'enrichissement qui survient en cours de l'affinage. C'est ainsi que les vitamines du groupe B sont en grande partie éliminées avec le lactosérum au cours de l'égouttage (25% seulement étant retenu dans le caillé) et que la vitamine C est entièrement éliminée.

En compensation, les microflore microbienne et fongique synthétisent plusieurs vitamines du groupe B: on constate un enrichissement en riboflavine (B2), acidepantothénique (B5), pyridoxine (B6) et acide folique (B9) dans le fromage fini, parfois aussi en thiamine (B1) et cobalamine (B12). Dans certains cas, au contraire, on note la diminution de la teneur en certaines vitamines : par exemple, l'acide folique est consommé par les bactéries lors de la maturation des fromages fermentés. Pour toutes ces raisons, une teneur moyenne des fromages en vitamines B n'a guère de signification (DILLON et BERTHIER, 1997).

III.6. Microbiologie du fromage

L'existence de certains micro-organismes utiles n'est pas indispensable pour la fabrication du fromage. Ces bactéries détermineront le succès de la fabrication du fromage en conférant des caractéristiques telles que la texture, l'apparence et la saveur au fromage. Le développement du fromage a d'autres objectifs de conception pour favoriser l'augmentation des bactéries utiles, tout en réduisant la pollution des bactéries importantes et en empêchant leur développement. C'est compliqué et même impossible à terminer. Ce ne sont que les normes physiques et chimiques du fromage et les paramètres de maturation et de stockage qui guideront le développement des micro-organismes (LE JAOUEN JC, 1993)

Tableau 11: Les principaux groupe microbiens intervenant pendant l’affinage du camembert (LENOIR et al ; 1983).

GROUPE MICROBIEN	ORIGINE	FONCTIONS
Bactéries -streptocoques lactiques <i>Streptococcus lactis</i> <i>Strptococcus cremoris</i> <i>Streptococcus lactis</i> Sbsp	Levin lactique	acidification
Leuconostoc Lactobacilles <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus caséi</i>	Lait, éventuellement Levin Lait	production de composant d’arôme production de composant d’arôme
Microcoques Bacteries corynéformes <i>Corynebacterium</i> <i>Brevibacterium (B. linens)</i> <i>Microbacterium</i> <i>Arthrobacter</i>	Lait, saumure, sel Lait, Éventuellement Levin	protéolyse, dégradation des acides aminés protéolyse, dégradation des acides aminés
Levures <i>Kluyveromyces</i> <i>Debaryomyces</i> <i>Saccharomyces</i>	Lait, atmosphère des Locaux, matériel de Fromagerie, Éventuellement levain	production de composant d’arôme
Moisissures <i>Penicillium Camemberti</i> <i>Geotrichum candidum</i>	Levin fongique Lait, atmosphère des locaux, matériel de fromagerie, éventuellement levain	Désacidification, protéolyse, lipolyse, production des composants d’arôme. protéolyse, lipolyse production de composant d’arôme

III.2. Fromage à pâte molle type camembert

III.2.1. Historique

C'est le fromage le plus connu originaire d'une région de France appelée la Normandie. En raison de son succès chez les consommateurs, il est aujourd'hui produit dans la plupart de régions laitières française. Sa réputation a traversé les frontières de ce pays et de nombreuses usines étrangères le produisent.

Le camembert porte encore le nom de **Marie Harel**, a exploité à la fin du **18ème siècle** une ferme, près de Vimoutiers, dans la petite ville de Carmen bel (Orne). Bien que pour certains, Marie Harel est la créatrice du camembert, pour d'autres, elle n'a contribué qu'à seulement avec le développement local, ce fromage existait déjà vers 1700, (**citation du "Dictionnaire" de Thomas Corneille**), Toutefois, on doit le noter l'avantage de la technique utilisée par Marie Harel est la fabrication du fromage brie dans un moule Livarot. C'est le fromage qui est devenu camembert (**Wessel, 1975**).

III.2.2. Définition

La définition légale du camembert stipule qu'il s'agit d'un fromage non caillé divisé, 105 à 110 mm de diamètre, non pétri et légèrement salé, moisie sur la surface, pour qui 100 grammes de fromage sec contiennent au moins 40 grammes de matière grasse, et dont le poids total de matière sèche ne doit pas être inférieur à 110 grammes (**VEISSEYRE, 1975**).

III.3. Composition et valeur nutritionnelle

Le tableau 04, donne la composition du camembert pour 100 g du produit frais.

Selon son mode d'élaboration, le camembert renferme 30 à 50 % de matière azotée / matière sèche. Il s'inscrit ainsi parmi les meilleures sources alimentaires de protéines ayant une digestibilité élevée (**MIETTON, 1995**).

De plus, la haute valeur biologique de ces protéines est due à leur composition équilibrée en acides aminés. Il est très apprécié par les consommateurs dans de nombreuses régions du monde.

La matière grasse du camembert (25 à 40 %) régule l'onctuosité et c'est une source importante pour donner au produit fini une saveur particulière (**NEELAKANTEN et al., 1971**).

Concernant le lactose, la faible quantité de lactose laissée dans le caillé après égouttage est converti en acide lactique au cours de la maturation.

Pour les autres nutriments, le camembert est une source importante de calcium (200 à 700 mg/100 g), du phosphore, du sodium et des vitamines, notamment du groupe B (**ECK, 1990**).

Tableau 12: composition du camembert pour 100g du produit frais (ADRIAN et al, 2003).

	Energie	276Kcal
	Protéines	20g
	Lipide	21,9g
	Glucide	0,1g
	Eau	34,9g
Vitamines	Vitamine B2	0,46mg
	Vitamine B3	1,46mg
	Vitamine B5	0,33mg
	Vitamine B6	0,2mg
	Vitamine B12	0,85mg
	Vitamine D	0,76mg
	Vitamine E	0,38mg
Lipides	Cholestérol	745g
	Acide gras saturé	14g
	Acide gras mono insaturé	3,12g
	Acide gras polyinsaturé	0,59g
Minéraux Et Oligo-éléments	Calcium	235mg
	Sodium	80mg
	Magnésium	15mg
	Zinc	3,78mg
	Potassium	150mg
	Phosphore	666mg

III.4. Les ingrédients du fromage à pâte molle

III.4.1. La présure

La présure est la substance permettant de faire cailler le lait. C'est une enzyme d'origine animale, nommée aussi « chymosine », elle est obtenue à partir du suc gastrique de la quatrième poche de l'estomac des jeunes veaux abattus non sevrés (Eck, 1987).

III.4.2. Les levains lactiques

Les levains lactiques sont des cultures pures en proportion définies de différentes bactéries lactiques. En se multipliant dans le lait et dans les fromages, ces levains assurent la transformation du lactose en acide lactique et contribuent aux caractères organoleptiques des fromages. Dans le cas du camembert, les levains lactiques sont constitués de :

- ❖ *Lactobacillus caséine* ;
- ❖ *Lactobacillus planétarium* (Eck, 1987).

2.1.4.3. Les levains fongiques

Les champignons jouent un rôle important dans les technologies de transformation des produits alimentaires. Parmi ces champignons : le *penicillium camemberti* et le *geotricum cardium*.

- *Penicillium camemberti*

Cette moisissure a une activité protéolytique et lipolytique déterminant les caractères organoleptiques des fromages à l'étape de l'affinage. Elle est souvent désignée par les fromagers sous le nom de « *Penicillium candidum* » (BOURGEOIS et LARPENT, 1989).

- *Geotricum cardium*

C'est la moisissure responsable du revêtement blanchâtre du camembert. Elle contribue à la formation de la saveur et de l'arôme du camembert (BOURGEOIS et LARPENT, 1989).

III.4.4. Les sels

L'addition du chlorure de calcium et du phosphate mono-calcique à raison de 0,2g/L a pour but de favoriser l'équilibre salin et d'améliorer la coagulation. Ainsi l'enrichissement de la pâte en chlorure de sodium (NaCl) à raison de 1,7 à 2,5% apporte le goût caractéristique du fromage et agit sur l'activité de l'eau superficielle (MAHAUT et al, 2000).

III.5. Le processus technologique de la fabrication du camembert

III.5.1. Préparation du lait

Cette étape consiste à donner au lait la composition correspondant à celle du fromage et à créer les conditions bactériologiques nécessaires à la coagulation du lait (BERTRAND, 1988). Elle comprend trois étapes : la standardisation, l'homogénéisation et la pasteurisation.

III.5.1.1. Standardisation

La standardisation consiste à régler la composition du lait de mélange afin d'obtenir une teneur minimale en extrait sec (ES) et en matière grasse (MG) dans le fromage. Elle est réalisée par le mélange du lait entier à du lait écrémé ou de la crème à du lait écrémé dans des proportions calculées. Actuellement, certaines techniques (ultrafiltration ou la microfiltration sur membrane) permettent de standardiser le lait en protéine (THAPON, 2005).

III.5.1.2. Homogénéisation

L'homogénéisation est un traitement physique, qui consiste à faire éclater sous une forte pression les globules de matières grasses en très fines particules.

La matière grasse se trouve ainsi répartie d'une façon homogène dans tout le volume (Eck, 1997).

III.5.1.3. Pasteurisation

La pasteurisation est un chauffage suffisant pour détruire avec certitude tous les germes pathogènes. La température de la pasteurisation la plus fréquente est comprise entre 65 à 75°C et parfois 80°C pendant 15 à 20 secondes (VEISSEYRE, 1975).

III.5.2. Ensemencement et maturation

Le lait estensemencé par les levains lactiques à raison de 1,5 à 2% dans le but d'élever l'acidité de ce dernier, ensuite le phosphate mono-calcique et le calcium sont ajoutés afin de faciliter l'égouttage et de rétablir le temps de prise et de coagulation (LENOIR et al. 1983).

III.5.3. La fabrication proprement dite

Différentes étapes définissent le processus de production, abordés dans ce qui suit.

III.5.3.1. Emprésurage

Après maturation, le lait est additionné de la présure qui est une enzyme coagulante. Son activité protéolytique modifiera la texture du lait (Eck, 1990).

III.5.3.2. Coagulation

La coagulation du lait, qui se traduit par la formation d'un gel, résulte des modifications physico-chimiques intervenant au niveau des micelles de caséine.

Les mécanismes proposés dans la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification et /ou action d'enzymes coagulantes (Eck, 2006).

III.5.3.3. Moulage

Le moulage est la répartition du caillé dans des moules perforés, en métal ou en matière plastique, dont la forme et les dimensions varie avec les types de fromages. La mise en moule se fait manuellement ou automatiquement (VEISSEYRE, 1975).

III.5.3.4. Egouttage

Cette phase consiste en l'élimination plus au moins grande de lactosérum (MAHAUT et al., 2000). L'égouttage est accéléré par une série de retournement que les fromages subissent pendant qu'ils sont encore dans les moules (VEISSEYRE, 1975).

III.5.3.5. Démoulage

Les caillés sont fait sortir de leurs moules soit manuellement par retournement, ou automatiquement (VEISSEYRE, 1975).

III.5.4. Les étapes de finition du caillé

III.5.4.1. Salage

C'est une opération d'enrichissement de la pâte en chlorure de sodium (NaCl) à des doses de 1 à 2% (Eck, 1990). Le salage complète l'égouttage du fromage en favorisant le drainage du lactosérum. Il apporte ainsi le goût caractéristique du fromage et il agit sur l'activité de l'eau qui influence sur le développement des micro-organismes (Eck, 2006).

III.5.4.2. Ressuyage

Le ressuyage est une opération qui consiste à un séchage en surface, il est réalisé à une température de 11 à 13°C et à une humidité de 90 à 95%. Le ressuyage est effectué en même temps qu'une pulvérisation du *Penicillium cardium* (Eck, 1990).

III.5.4.3. Affinage

Le processus d'affinage correspond à une phase de digestion enzymatique du caillé. Lors de la coagulation et de l'égouttage, le substrat préparé est constitué essentiellement de caséine, de matière grasse et d'une fraction des composants du lait. Ces constituants seront transformés sous l'action enzymatique au cours de l'affinage d'où l'apparition de matières sapides et odorantes (Eck, 1987).

Selon MCSWEENEY et SOUSA (2000), plusieurs types de dégradation s'effectuent simultanément ou successivement dans la pâte fromagère touchant :

- la fermentation du lactose ;
- la lipolyse ;
- la protéolyse.

III.5.4.4. L'Emballage et le Conditionnement

Le conditionnement du camembert en vue de sa vente doit être faire de telle façon à assurer sa protection contre les agents extérieurs. Le meilleur conditionnement consiste à l'emballer dans du papier cellulosique et le placer dans des boites en carton (Eck et GILLIS, 1997).

III.6. Qualité du fromage

Globalement, l'acceptation du produit par l'utilisateur final définit la qualité du fromage (Péri 2006). Les normes de qualité incluent des caractéristiques suivant:

6.1. Caractéristiques sensorielles

Elles concernent la saveur (goût et arôme) et la texture (dureté, capacité d'étirement, etc.). C'est un indicateur de qualité très important aspect consommateur et fromage (uniformité, la couleur en fait partie) la caractéristique la plus importante de la qualité du fromage) (Othman 2011).

Ces caractéristiques dépendent principalement de la technologie de production et les propriétés chimiques et microbiologiques des matières premières utilisées (selon sources alimentaires, génétique et autres facteurs) (Mistry et al, 2002);

- **Propriétés physiques**

Ce sont la dureté, l'élasticité, douceur et sensation en bouche;

- **Caractéristiques de cuisson**

On parle de fluidité, de collant et de brunissement.

- **Ingrédients nutritionnels**

On peut lister la teneur en protéines, lipides, lactose et sodium et du calcium.

- **La présence de substances chimiques**

Telles que les acides gras libres, les acides aminés libres.

- **Sécurité alimentaire**

Il s'agit de la conformité de certaines substances (comme les amines) recommandées de sources biologiques, et totalement exemptes de résidus et d'agents toxiques pathogène. La combinaison spécifique de normes de qualité dépend de l'application. Par exemple, la surface brillante, l'élasticité, la texture brossée et le goût ordinaire sont les critères de base pour que les consommateurs apprécient le fromage mozzarella sur une pizza. D'autre part, de bonnes propriétés de tranchage sont liées à des niveaux élevés de calcium et de caséine ; une fondabilité complète et modérée est essentielle pour les consommateurs de fromage. (Law et Tamime 2010).

Chapitre IV : cresson alénois

(*Lépidium sativum*)

IV. Généralités sur la plante *Lepidium sativum*

IV.1. La classification

IV.1.1. La famille Brassicaceae (crucifères)

Les brassicacées comprennent 3400 espèces, réparties sur toute l'étendue du globe, mais plus abondantes dans l'hémisphère Nord. C'est une famille facile à définir et très reconnaissable par ses fleurs à pétales disposés en croix, d'où le nom ancien de Crucifères (du latin « *crucem ferre* », porter une croix) (Dupont et Guignard, 2012).

IV.1.2. Le genre *Lepidium* :

Lepidium sativum Linn. (*L. sativum*) est une précieuse plante à feuilles comestibles, un proche parent des plantes du genre *Brassica* (moutarde, colza et chou), représentante de la famille Brassicaceae (anciennement Cruciferae). Il a un goût caractéristique, chaud (piquant), et un arôme proche du poivre noir. Ses précieuses propriétés nutritionnelles ne sont conservées que pendant une courte période dans la phase des jeunes pousses (Michalczyk et al., 2011). Dans certaines régions, *L. sativum* est connu sous le nom, de cresson de jardin (Garden Cress), cresson de poivre de jardin, herbe poivrée, poivre de mouton ou poivre de l'homme pauvre (Prajapati et al., 2014). Il est également connu dans les pays arabes sous le nom de Rashad (Al-Yahya et al., 1994), ELRshad (Abuelgasim et al., 2008) ou Hab-Rchad (Chatoui et al., 2016) et comme Asaliyo ou Chandrasoor dans les langues locales en Inde (Prajapati et al., 2014).

IV.1.3. L'ordre *Lepidium sativum* :

Les brassicales rassemble près de 4500 espèces en 17 familles dont certaines sont monospécifiques ; elles ont acquis des carpelles « ouvertes » ; les brassicacées, plantes herbacées surtout des régions tempérées où elles y sont largement dominantes. Il y a aussi les capracées, résédacées, caricacées et tropéolacées (Dupont et Guignard, 2012).

Tableau 13: Classification taxonomique du *L. sativum* (Raval, 2016)

Règne	plantes	plantes
Sous-règne	Tracheobionta	Plantes vasculaires
Devisions	Magnoliophyta	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida	Dicotyledones
Sous-classe	Dilleniidae	/
Ordre	Capparales	/
Famille	Brassicaceae	Famille de moutarde
Genre	<i>Lepidium</i>	Herbes poivrées
Espèce	<i>Lepidium Sativum</i> Linn	Cresson de jardin



Figure 02 : Plante (A) et graines (B) de *Lepidium sativum*(George,1999).

IV.1.4.la Description :

L. sativum est une plante herbacée, dressée, de couleur plus ou moins glauque. Sa tige est glabre, finement striée, profusément ramifiée et pousse jusqu'à 50-80 cm d'hauteur (Wadhwa et al., 2012). Les feuilles de *L. sativum* (Fig.2), sont alternés, irrégulièrement pinnées, d'environ 12 cm de long et 9 cm de large, avec des pétioles jusqu'à 4 cm de long; des Folioles (5 - 11), en forme ovale ou Oboval, les lobes ultimes généralement irrégulièrement dentés, faiblement poilus au dessus, glabres en dessous, feuillettes de feuilles supérieures devenant peu à peu linéaires.

Les feuilles supérieures sont généralement simples et linéaires, parfois lobées ou avec dents. Les feuilles basales ont de longs pétioles et une lyreate Pinnatipartite; Les feuilles culinaires sont lancéolées (Prajapati et al., 2014).

Les fleurs sont bisexuelles, régulières et tétramère, Pédicelle 1.5 - 4.5 mm de long,ascendant; 4 Sépales ovales, 1 - 2 mm de long ; 4 Pétales spatulés à griffe courte (Fig.2), jusqu'à 3 mm de long, blanc ou rose pâle; 6 Étamines, anthères habituellement violacées; Ovaires supérieurs, aplatis, aigus marginés, style jusqu'à 0,5 mm de long, stigma capitate (Prajapati et al., 2014).

Le fruit est une silique aplatie, ronde ou ovale, de 4-6 mm × 3-5,5 mm, de couleur vert pâle à jaunâtre, de marges en forme d'ailes, déhiscent par 2 valves, habituellement avec 2-semées ou graines (Prajapati et al., 2014).

Les graines de *L. sativum* sont petites, ovales, pointues et triangulaires à une extrémité lisse, d'environ 3-4 mm de long, 1-2 mm de large, de couleur brun rougeâtre (Fig.2). Un sillon présent sur les deux surfaces s'étendant jusqu'à deux tiers vers le bas et une légère aile comme extension présente sur les deux bords de la graine. En trempant dans l'eau la graine se gonfle et se recouvre d'un manteau transparent, incolore, mucilage avec goût mucilagineux (Prajapati et al., 2014).

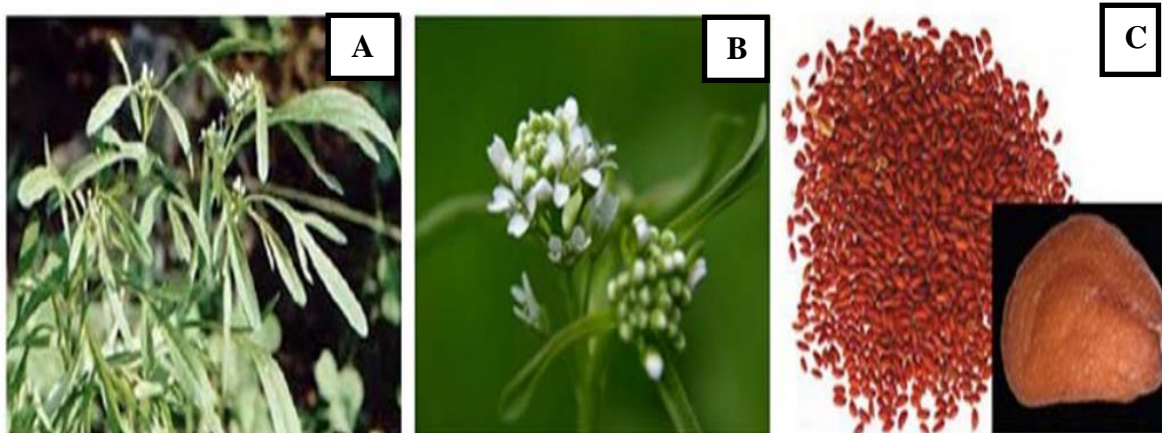


Figure 03 :Aspect morphologique de *L. Sativum*(Yahya et al.,1994). A. feuilles ; B. fleurs ; C. Les graines

IV.1.5.Noms communs :

Tableau 14 : Noms communs de *Lepidium sativum*(Friedel, 1904).

Langue	Nom
Arabe	حب الرشاد
Français	Cresson alénois
Français	Passeragecultivée
Italie	Crescioneinglese
Anglais	Garden peppewort
Anglais	Garden cress
Anglais	Upland cress
Allemand	Gartenkresse

IV.1.6.Répartition géographique :

L'origine du cresson alénois est assez floue, Afrique du Nord ou de l'Est, MoyenOrient, Asie de l'Ouest, mais on pense qu'il pourrait s'agir de l'Ethiopie et des pays avoisinants. Sa domestication s'est probablement faite en Asie occidentale. Il était cultivé dans l'Antiquité en Grèce et en Italie et peut-être aussi en Egypte. On le cultive aujourd'hui dans le monde entier en général, et dans la plupart des pays africains en particulier , mais surtout à petite échelle dans les jardins familiaux. On le trouve aussi dans la nature, échappé des cultures, mais on ne sait pas s'il existe quelque part à l'état sauvage (Gregory, 2007).



Figure 04 : Carte géographique situant de *Lepidium sativum*
● (Présence de plante). (Gregory, 2007)

IV.1.7.Substance bioactive

Il contient des graines et les feuilles ont un goût légèrement épicé, fort et brûlant; Parce qu'ils contiennent des composés soufrés, ils ont ce goût unique famille. Il est riche en vitamines C, E, A, B1, B2, sels minéraux, glycosides (Aouadhi, 2010).

IV.2.Vertus médicinales de *Lepidium sativum*

De par ses effets, cette plante est efficace contre de nombreuses maladies digestives irritantes, elle joue les rôles de laxatif et diurétique. De plus, il peut également lutter contre la constipation et les hémorroïdes, il peut aussi soulager les maux d'estomac.

De plus, le *Lepidium sativum* peut être utilisé pour traiter l'asthme ou soulager la toux, expectorant, tonifie l'estomac. Utilisé pour traiter les maladies Respiration, faiblesse pulmonaire, bronchite chronique, laryngite. Scrofula, rachitisme, Scorbut, maladie de la peau, congestion des ganglions lymphatiques ; maladie des voies urinaires ; gastrique, dyspepsies, stimulant la digestion. Possède une action hypoglycémiante qui est recommander dans le régime des diabétiques (Aouadhi, 2010).

IV.2.1. Composition phytochimiques :

Des études phytochimiques sur les graines de *L. sativum*, ont révélé la présence d'alcaloïdes, de glycosides, de stérols, de carotène, d'huile volatile et d'huile fixe.

Beaucoup de travaux ont été dédiés à la composition chimique du cresson alénois :

- **Schultz et Gmelin (1952)**, ont isolé l'acide sinapique et la sinapine à partir de l'extrait méthanolique dégraissé des graines de *L. sativum*.

- **Maier et al. (1998)**, ont identifié sept alcaloïdes imidazoles: Lepidine B, C, D, E et F (dimères) et deux nouveaux alcaloïdes monomères semilepidinosides A et B, dans les graines de *L. sativum*.

- **Radwan et al. (2007)**, ont étudié les glucosinolates des graines de *L. sativum*. Ils ont signalé la présence de glucotropaeoline et de 2-phényléthyl glucosinolate également appelé gluconasturine.

- L'extraction d'huile fixe des graines de *L. sativum* avec de l'éther de pétrole, a donné un taux de (25,5%). Cette huile a été de couleur brune jaunâtre et contenant des acides gras saturés et non saturés, tels que l'acide palmitique (1,27%), stéarique (6,01 %), arachidique (1,54%), béhénique (1,73%), lignocérique (0,2%), oléique (61,25%) et linoléique (28%). La matière insaponifiable est rapportée comme contenant du β -sitostérol et de l' α -tocophérol (**Mali et al. 2007**).

- **Nayak et al. (2009)** ont identifié et quantifié l'acide sinapique à partir de l'extrait méthanolique des graines de *L. sativum* par chromatographie en couche mince haute performance (HPLC). L'acide sinapique a été séparé sur une couche mince de gel de silice et déterminé par HPLC-photo densitomètre et a rapporté environ 0,47% d'acides sinapiques dans les graines de *L. sativum*.

- **Zia-Ul-Haq et al. (2012)** ont identifié des composés phénoliques dans les graines de *L. sativum* sur la base de leurs masses spectrales caractéristiques. La plupart de ces composés ont été des acides phénoliques à savoir, l'acide gallique, l'acide protocatechuique, l'acide coumarique, l'acide caféique, l'acide coumarique hexoside, l'acide caféique hexoside, l'acide ferulique hexoside, l'acide vanillique hexoside, l'acide caffeoylquinique et enfin l'acide coumaroylquinique. Les autres composés ont été, la quercétine, quercétine hexoside, kaempferol et kaempferol-glucuronide.

IV.2.2 Utilisation thérapeutique :

Au 8ème siècle un docteur célèbre Hebn AL-Bautas a étudié les usages médicaux de *L. sativum* en détail et il a trouvé que cette plante augmente la faim et peut se débarrasser des vers de l'estomac (**Wadhwa et al, 2012**).

Récemment, on a trouvé que chaque partie de *L. sativum* est utilisée pour divers traitements des maladies: Les graines sont appliquées dans une large gamme de fonctions biologiques et de maladies telles que la lèpre, les maladies de la peau et comme diurétique. Les racines sont utilisées dans le traitement de la syphilis secondaire et du ténésme. Les feuilles constituent un remède antibactérien et un traitement du scorbut et de l'hépatopathie (**Karazhiyan et al, 2011**).

Une étude récente des différentes régions d'Arabie saoudite a montré que les graines de *L. sativum* sont couramment utilisées comme fébrifuge, anti-rhumatismales, diurétiques et pour soulager les douleurs menstruelles et abdominales. Elles sont également utilisées pour le traitement et la guérison rapide des fractures osseuses (Al-Yahya et al, 1994).

En Asie du Sud, les graines de *L. sativum* sont utilisées comme médicament traditionnel pour traiter la bronchite, l'asthme et la toux. Elles sont considérées comme un remède abortif, diurétique, expectorant, antibactérien, stimulant gastrointestinal, gastro-protecteur, laxatif et stomadique. Elles sont appliquées aussi pour soulager la douleur et l'enflure des articulations rhumatismales, dans le hoquet, la dysenterie, la diarrhée et les maladies cutanées causées par les impuretés du sang. Les bonbons traditionnels pour les mères allaitantes sont préparés à partir des graines de *L. sativum* (Doke et Guha, 2014).

En Inde, la plante est considérée comme un remède contre l'asthme, la dysenterie, les saignements de piles et comme diurétique. En Chine et dans d'autres pays d'Orient Extrême, les graines sont utilisées pour le traitement des coliques abdominales, de l'asthme, de la pleurésie et de l'hydropisie (Al-Yahya et al. 1994).

L. sativum est considérée comme l'une des meilleures plantes médicinales dans divers pays africains où les graines sont mâchées pour guérir les maladies de la gorge, l'asthme, les maux de tête et sont utiles pour la diurèse et les troubles menstruels (Kloos, 1976).

Hartwell (1982) a signalé que les graines de *L. sativum* étaient un remède contre les tumeurs utérines, les polypes nasaux et le cancer du sein.

IV.3. La valeur nutritive du cresson :

Tableau 15 : La valeur nutritive du cresson (Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010).

	Cresson de fontaine cru haché, 1 tasse (250 ml)/35 g	Cresson alénois cru, 1 tasse (250 ml)/55 g	Cresson alénois bouilli, ½ tasse (125 ml)/70 g
Calories	4	17	16
Protéines	0,8 g	1,4 g	1,4 g
Glucides	0,5 g	2,9 g	2,7 g
Lipides	0,0 g	0,4 g	0,4 g
Fibres alimentaires	0,2 g	0,6 g	0,5 g

Chapitre V :
Analyse sensorielles et teste
de dégustation

V. Analyse sensorielles et teste de dégustation

V.1.Définition

L'analyse sensorielle ou organoleptique est une science multidisciplinaire qui fait appel a des dégustateur et a leur sens de la vue, du gout, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristique sensorielle et acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres autre produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément (évaluation sensorielle) de toute étude alimentaire est essentiel. L'analyse sensorielle s'applique a toute une gamme de domaines comme le développement et l'amélioration des produits, le contrôle de la qualité, l'entreposage et le développement des processus.

Un panel d'analyse sensorielle doit être considéré comme un instrument scientifique si on veut obtenir des résultats fiable et valides. Les tests faits avec ses panels doivent être réalisés dans des conditions contrôlées. En se servant de plans d'expériences, de méthodes de vérification et d'analyse statistique bien conçues. C'est la seule façon pour l'analyse sensorielle de fournir des données uniformes et reproductibles.

Les impressions sensorielles des consommateurs d'aliments commencent au marché ou la vue, l'odorat et le toucher, ainsi que parfois le gout, servent au choix des aliments.

Lors de l'achat, de la préparation et de la consommation d'un aliment, son cout, son emballage, son apparence avant et après cuisson et sa facilité de préparation influent sur l'impression d'ensemble qu'il crée chez le consommateur. Toutefois, les facteurs sensoriels sont les principaux déterminants des décisions ultérieures d'achat que fait le consommateur.

Des teste axes sur le consommateur et des panels d'analyse sensorielle amateurs fournissent des renseignements sur les goûts les préférences des consommateurs, ainsi que sur les caractéristiques nécessaires pour que le produit soit acceptable.

V.2.Objectifs de l'analyse sensorielle

L'analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonné et structurée les propriétés d'un produit pour :

- Connaissance des caractéristiques d'un produit
- Perception du produit par les consommateurs pour connaitre son acceptabilité sur le marché (commercialisation).

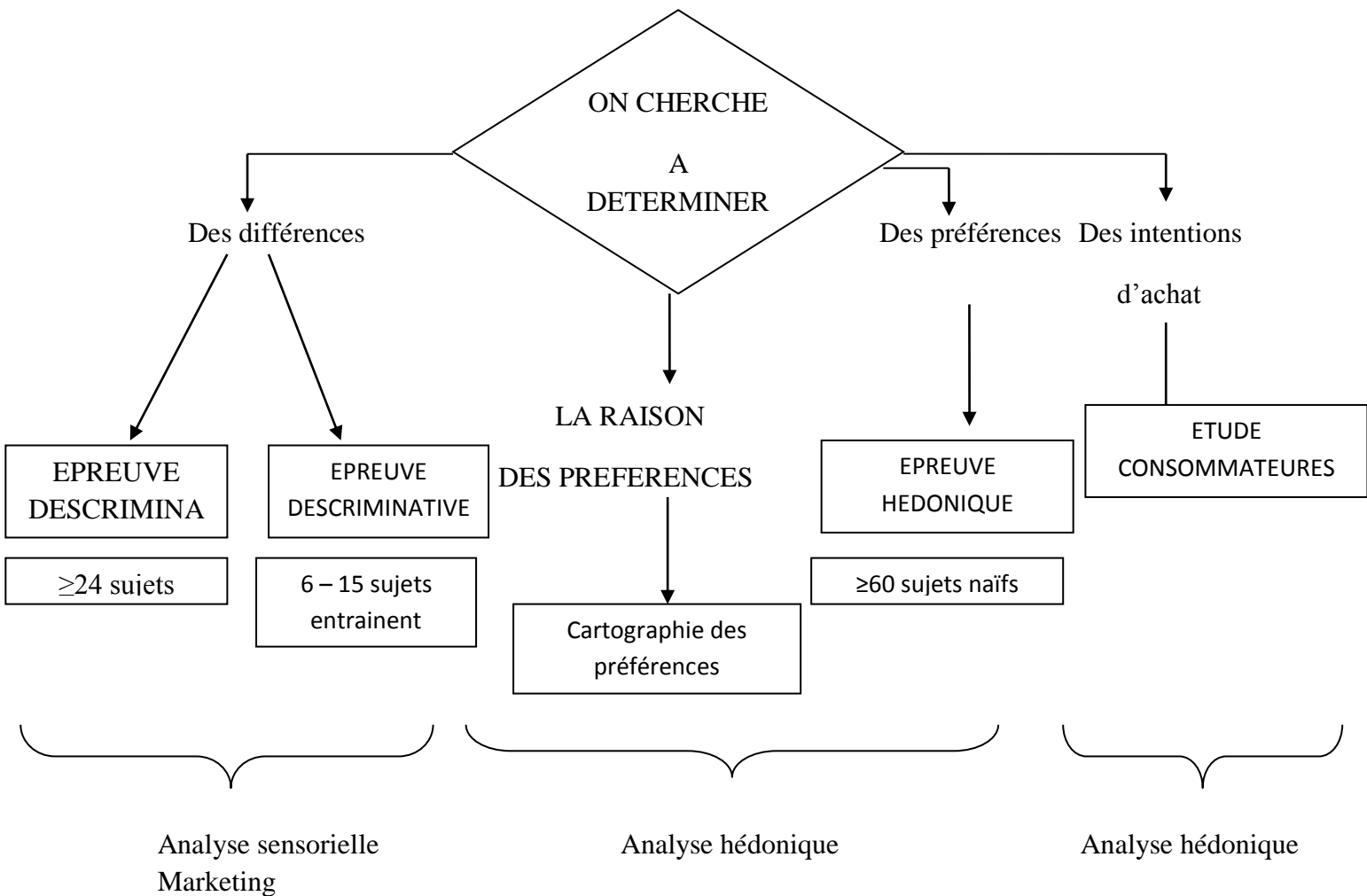


Figure 05 : Objectifs de l'analyse sensorielle.

L'analyse sensorielle discriminative vise à comparer des produits de manière globale sans s'intéresser à la nature et l'intensité de la différence présentant de petites différences sensorielles ; ainsi que de mettre en évidence la conformité des lots avec le (référentiel) (par rapport à l'influence des matières premières ; procédé de fabrication ; l'évaluation au cours de la conservation).

V.3.Évaluation sensorielle en industrie agro-alimentaire

L'évaluation sensorielle est la technique qui permet aux moyens des sens, l'étude des propriétés organoleptiques d'un produit. Elle traduit de manière objective l'ensemble des perceptions perçues par l'homme et elle utilise des méthodes qui permettent de décrire et quantifier ces perceptions.

Pour que ces méthodes soient fiables, reproductives, elles sont normalisées par des organismes tels que LAFNOR.

L'évaluation sensorielle a plusieurs applications en industrie agro-alimentaire a savoir :

- Service Recherche /développement ;
- Développement de produits par optimisation (formulation ou procès)ainsi que la création de nouveaux produits ;
- Service Contrôle Qualité ;
- Control de la matière première ;
- Etudier l'effet d'un changement de matière /de procès de fabrication ;
- Etudier l'effet du vieillissement d'un produit ;
- Comparaison a un produit standard ;
- Conformité à un label ;
- Suivi de l'appréciation d'un produit au niveau des consommateurs (préférence et attente des consommateurs ciblés) ;
- Service Marketing (Connaissance des produits concurrents, Argumentaire de vente.

V.4.Différents tests pour différentes problématiques

V.4.1. Tests pour connaître une préférence

Parmi les épreuves permettant de noter une préférence des sujets (panélistes), on compte :

- l'**épreuve par paire** qui consiste à interroger les sujets sur leur perception entre 2 échantillons donnés.
- l'**épreuve de classement** qui permet de trier par ordre de préférence les échantillons proposés.

V.4.2. Tests discriminatifs : similitude ou différence

L'étude discriminative, en analyse sensorielle, a pour objectif de mettre en évidence une différence ou une similitude entre deux produits. Tout d'abord, afin d'évaluer l'importance des différences, un **test d'appariement** est effectué. Pour cela, de 3 à 6 produits sont présentés au panel et dégustés. Ceux-ci sont nommés, par exemple : A, B, C, D... Puis ces mêmes produits sont présentés dans un ordre aléatoire, et nommés par des numéros arbitraires qui ne se suivent pas. Le panel doit créer des paires entre les produits nommés par des lettres et ceux par des numéros. Plusieurs tests sont alors possibles pour mettre en évidence une différence ou une similitude :

- **Test A – non A**

Le test A – non A consisté à présenter un échantillon témoin comme tel aux panélistes. Ces derniers doivent ensuite, de mémoire, indiquer si les échantillons suivants sont différents ou non du témoin.

• **Test triangulaire :**

Un test triangulaire consiste à présenter 3 échantillons, dont 2 identiques. Chaque panéliste doit déterminer l'échantillon unique / différent, même si le sujet n'est pas certain de sa réponse.

• **Test duo-trio**

Le test duo-trio consiste à présenter un échantillon témoin comme tel, et deux autres échantillons dont l'un identique. Les panélistes doivent identifier entre les deux derniers échantillons, celui identique à l'échantillon témoin.

Chapitre I : matériels et méthodes

I.1. Présentation de l'unité « STLD »

La laiterie EURL STLD « société de transformation du lait et dérivés », créé le 16 Avril 2004, est une entreprise à caractère privée sise à la rue des frères BEGGAZ, nouvelle ville, Tizi-Ouzou et transféré à la zone industrielle de DBK le 10/01/2018. L'unité comporte un effectif de 74 employés compétents, ambitieux et qualifiés et bien formés aux pratiques indispensables dans une industrie agro-alimentaire.

La laiterie a pour fonction de produire une large gamme de produits à partir du lait cru collecté par les éleveurs locaux. Pour ce faire environ 35000 litres sont transformés par jour pour fabriquer les différents produits suivants :

- lait de vache pasteurisé conditionné ;
- lait de vache fermenté et pasteurisé « L' ben » ;
- camembert au lait de vache « le fermier » ;
- camembert au lait de chèvre « la chèvre fermier » ;
- fromage à pâte pressée « le fermier ».

• Les compartiments de l'unité

- service administratif ;
- service commercial ;
- salle de réception des collectes de lait ;
- laboratoire d'analyses microbiologiques et physicochimiques ;
- salle de pasteurisation ;
- atelier de production ;
- atelier de conditionnement ;
- atelier d'emballage ;
- magasin de stockage ;
- salle de nettoyage et de désinfection du matériel de production ;
- cantine.

I.2. Échantillonnage

Nous avons effectué suivi de quatre productions où le cresson a été ajouté avec de différentes quantités (20 g, 30 g) et en dimension (graine et poudre). Aussi des analyses préalables du lait cru utilisées pour la fabrication du camembert a été faite, ainsi que le produit fini.

Le lait cru a été directement prélevé à partir des citernes de collecte après homogénéisation. Quant aux échantillons du fromage, nous avons effectué l'analyse en opérant aux niveaux de prélèvement :

- Au démoulage

Les échantillons ont été prélevés à la laiterie de STLD, et les analyses physicochimiques (MG,

EST, D°,...) Et microbiologique ont été effectuées au laboratoire même de la laiterie.

I.3. Processus de fabrication du camembert avec le cresson en graine

I.3.1. Réception du lait à l'usine

Le lait cru arrive dans des citernes isothermes au niveau de la laiterie de STLD. Après la réception, le lait est aspiré par des pompes à filtrer, et toutes les particules et les impuretés macroscopiques et **grumeaux**) qui peuvent s'y trouver sont éliminés. Cette opération est effectuée avant le traitement thermique (pasteurisation).

Le lait est transféré à l'aide d'une pompe dans des cylindres puis traité dans des bacs de lancement pour subir une pasteurisation.

Le lait collecté chaque jour devra répondre à un certain nombre de normes de qualité physique, chimique et microbiologique (test antibiotique, densité, acidité, taux de protéines), et sera versé dans un tank de 7500 litres à une température de 2°.

I.3.2. Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique qui entraîne la destruction de la plupart des formes végétatives de microorganismes et celles de tous les microorganismes pathogènes. La pasteurisation inactive en outre le phosphate du lait cru ainsi que d'autres enzymes, ceci permet de contrôler son action. (GUIRAUD, 2003)

En pratique, il s'agit d'une pasteurisation en continue, et s'effectue en circuit fermé. Pour ce faire, le lait est pasteurisé dans trois chambres. La première à une température de 80°C pendant 15 à 20 secondes, puis il est conduit vers des tanks de stockage à la deuxième chambre où la température est de 40°C, puis enfin dans la troisième chambre où il subira un choc thermique vers 4°C pour ne pas activer les formes sporuler.



Figure 06 : pasteurisateur de l'usine STLD

I.3.3. Pré-maturation

Une fois le lait refroidi à 4°C, il est réparti dans des tanks de 10000 L auxquels 1,5 L de CaCl₂ sont ajoutés. Des levains fongiques, qui jouent un rôle important dans le phénomène d'affinage, sont également introduits. Il s'agit de spores de *Penicillium candidum* et *Penicillium camemberti* ; ensuite le lait est laissé au repos 10 à 12 heures. Après la pré-maturation le lait est passé dans un réchauffeur à plaques à une température 36°C, pour les ensemencements avec ferment lactiques.

I.3.4. Phase d'ensemencement-maturation

C'est l'étape d'introduction de la flore lactique sélectionnée qui va participer d'une part à la coagulation du lait en provoquant l'acidification, c'est à dire la production d'acide lactique, qui est un sous-produit de la fermentation (voie de dégradation des sucres en condition anaérobie) et d'autre part, à l'affinage du fromage (rôle dans l'activité protéolytique), les bactéries lactiques ne pouvant absorber et utiliser que des acides aminés libres, peu abondants dans le lait, ou des peptides courts (composés seulement des quelques acides aminés).

Après l'addition des ferments au lait, les bactéries commencent la dégradation du lactose en acide lactique.

I.3.5. Emprésurage et coagulation

Après la maturation, on a rempli 2 bassines de 30 l chacune auxquelles nous avons ajouté le cresson en graine (20g, 30g) respectivement à chacune des cuve.

L'homogénéisation est faite par agitation manuelle. Ensuite, nous avons ajouté une quantité de 5 ml de présure dans chacune de ces 2 bassines, puis le mélange est agité. La température de l' emprésurage est comprise entre 36 à 37°C. Pour la coagulation le lait sera modifié pour obtenir un caillé, il passe de l'état liquide à l'état de gel dans un temps calculé (quand définit le temps de prise, Le temps de prise est compris entre 10 et 15 min, il est obtenu par chronométrage à partir du moment de l' emprésurage jusqu'à l'apparition des flocons.

Après la gélification du lait, le lactosérum remonte, on fait le découpage.

I.3.6. Découpage et brassage

Le découpage se fait manuellement par la tranche caillé c'est une pièce de métal inoxydable, de forme d'arc (demi-cercle) menu des files (fil de pêche) à un espacement entre les fils égale à 1,5cm .Le but de cette étape est de faciliter la sortie de l'eau et favoriser ainsi la sortie de lactosérum du coagulum. A la laiterie, le caillé est soumis à un découpage en petits cubes de 1 à 2 cm², le découpage s'effectue à deux fois (Le moment de découpage est déterminé par le temps de prise : 15 à 20 min. Le caillé découpé subit deux brassages :

- un premier brassage se fait 15 min après découpage ;

- un deuxième brassage se fait 15 min après le 1er brassage.

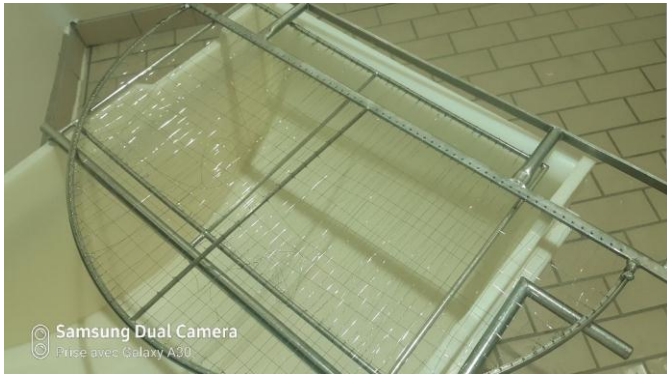


Figure 07 : opération de découpage



Figure 08 : opération de brassage

I.3.7. Moulage

Le moulage a pour but de donner au fromage sa forme définitive. Le moulage se fait dans des moules disposés sur les plateaux d'égouttage. Les moules utilisés à l'unité STLD sont des moules en plastique, de forme cylindrique, ont un diamètre de 12 cm et une hauteur de 8 cm. Les moules ne comportant pas de fond, sont placés directement sur des plaques en plastiques perforées pour éviter les pertes du caillé.

Les plaques reposent eux-mêmes sur les plateaux en aluminium, qui sont munies des trous sur les côtés qui permettent l'écoulement du sérum. Le remplissage des moules suit au passage du caillé par la goulotte située à l'extrémité de chaque bassin. L'opération est conduite en déplaçant les plateaux montés sur des chariots à la table d'égouttage pour favoriser l'écoulement du sérum qui s'acidifie progressivement. La température de salle de moulage est de 26 à 28°C.



Figure 09 : moulage des camemberts

I.3.8. Egouttage et retournement

Ils sont spontanés à la laiterie, le retournement successif des fromages permet d'améliorer l'égouttage. Le premier retournement est réalisé pendant 2 heures après le moulage, à une acidité du sérum de 20 à 21°D. Le deuxième retournement est réalisé 2 heures après le premier, à une acidité du sérum 70 à 80°D. Si l'acidité augmente progressivement, on ne fait pas le 3ème retournement. La figure 11 nous résume l'opération des retournements.

I.3.9. Démoulage

Le démoulage consiste à enlever les moules des fromages, il se fait au lendemain de la fabrication quand l'acidité du sérum atteint la moyenne de 80°D. Au moment du démoulage, le pH du caillé est $< 5,4$ et le taux d'humidité est de 58 à 60 %. Après le démoulage, le fromage est transporté vers la salle de salage, les fromages démoulés sont déposés sur des claies métalliques d'affinages.



Figure 10 : démoulage des camemberts

I.3.10. Salage

À l'unité STLD, la méthode la plus employée est le salage à sec, qui est l'incorporation du sel à sec à une saleuse automatique projetant le sel à la surface de fromage. On obtient en effet un fromage avec un taux de sel de 1,6 à 2%. L'étape du salage est représentée dans la figure 12.

Les fromages salés sont entreposés à 12°C pendant 24H dans la chambre de ressuage pour poursuivre l'élimination du reste du liquide.

I.3.11. Affinage

Pendant cette opération, les fromages sont entreposés pendant 12 jours dans des hâloirs bien aérés et conditionnés à une température de 10 à 12°C et une humidité de 95%. Pendant cette période, une solution de *Penicillium candidum* diluée dans l'eau est pulvérisée sur les fromages en effectuant des retournements tous les 2 jours. Après 6 à 7 jours, les fromages fleurissent c'est-à-dire ils développent une croûte. Après le dixième jour, la couche blanche se forme complètement et cette nappe est appelée « la croûte ». Cette croûte fleurie ne présente aucun risque pour la santé et peut donc être consommée en toute sûreté. La figure 13 nous montre l'image d'un camembert affiné.

I.3.12. Conditionnement et emballage

Cette phase est importante pour obtenir un produit de qualité, parce qu'elle assure la protection contre les agents extérieurs, le choix des matériaux de l'emballage doit répondre aux fonctions classiques pour avoir un double rôle de protection et de publicité. À l'unité STLD, les fromages sont emballés manuellement dans un papier perforé cellulosique puis dans des boîtes en cartons. Les fromages sont emballés dès le 12^{ème} jour lorsque la moisissure est suffisamment développée. Ils sont commercialisés sous cette forme avec l'appellation « Fermier » représenté dans la figure suivante :



Figure 11 : emballage du camembert de l'usine STLD

I.4. Processus de fabrication du camembert avec cresson en poudre

Le processus est le même que celui décrit en haut juste la fabrication s'est faite dans la chaîne de production et la quantité utilisée de lait est de 50 l et 8ml de présure, juste on a ajouté le Cresson on poudre à l'étape du 2^{ème} brassage .

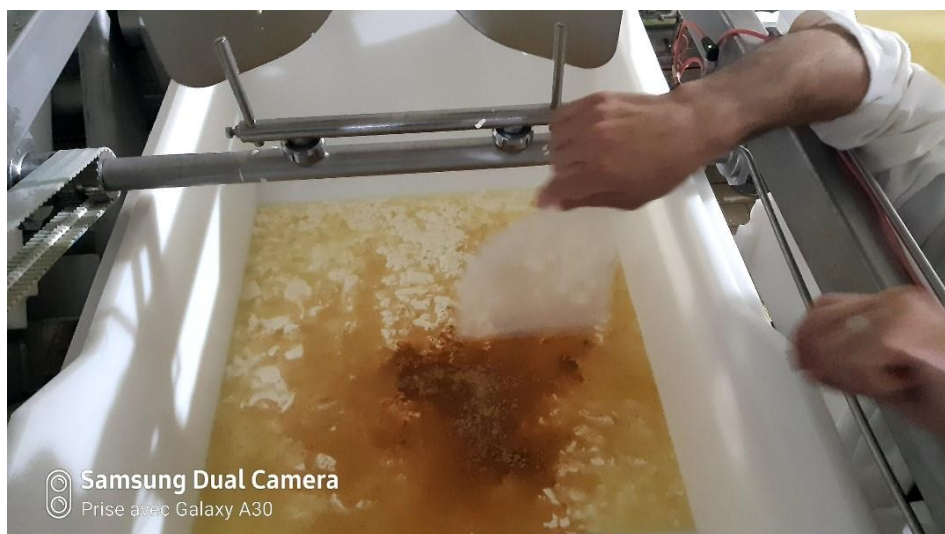


Figure 12 : l'ajoute du cresson alénois

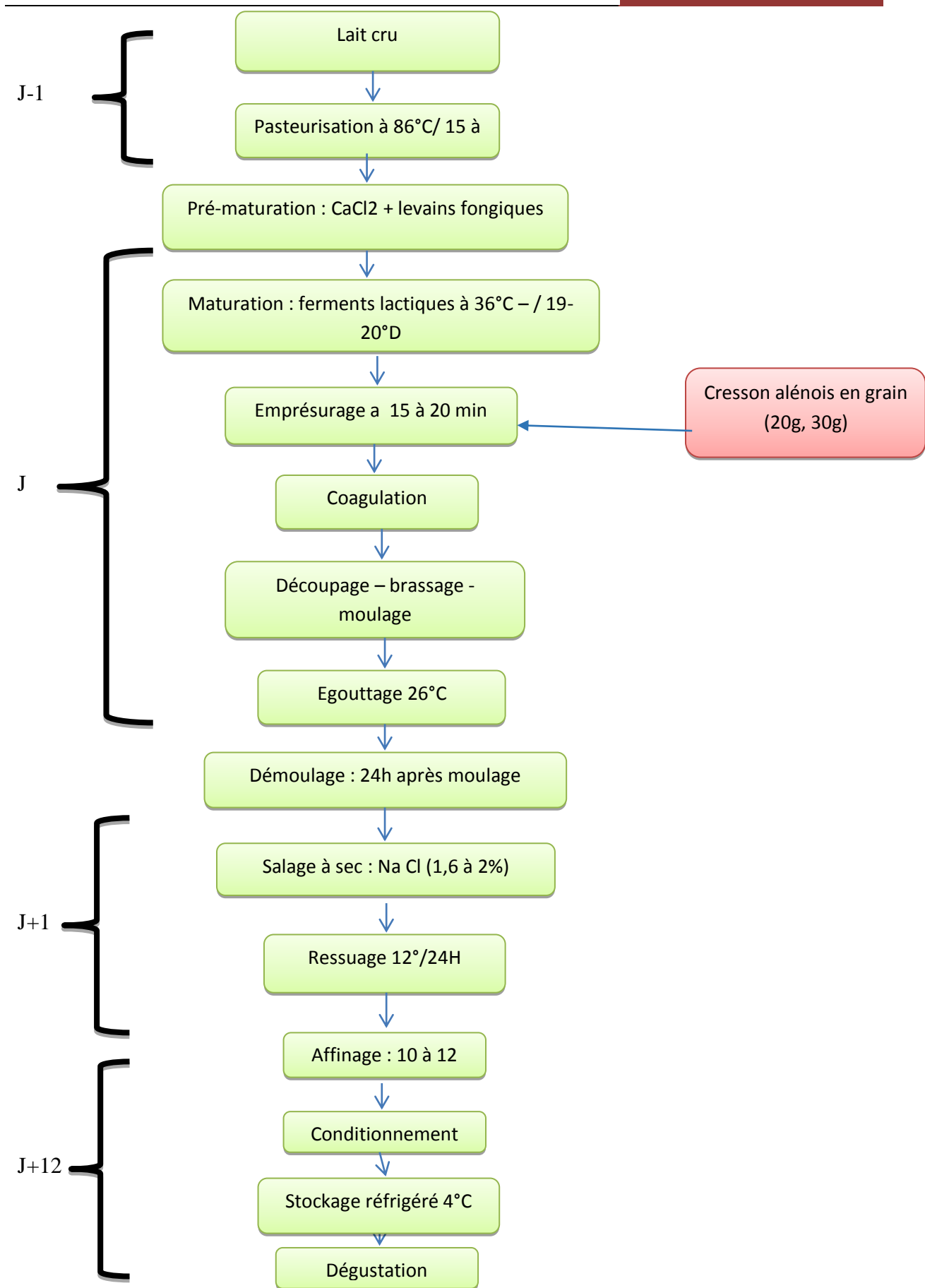


Figure 13 : processus de fabrication du camembert avec graine de cresson

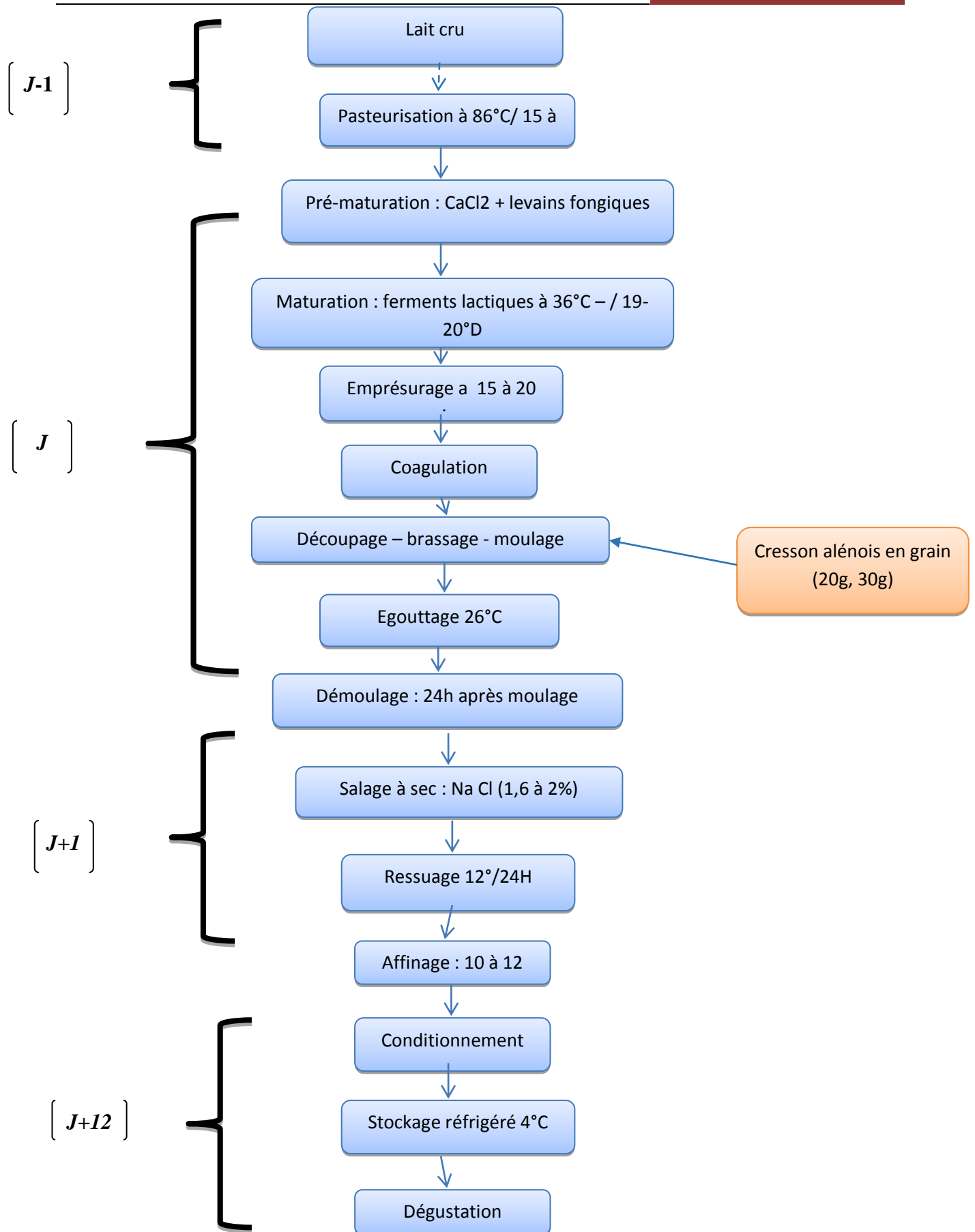


Figure 14 : processus de fabrication du camembert avec graine de cresson

I.5. Méthodes d'analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques d'un produit ont pour but d'assurer sa fiabilité et sa consistance afin de garantir ses caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques. Ces analyses sont dans certains cas communs aussi bien pour la matière première que pour le produit fini (SCRIBAN, 1999).

Les analyses physico-chimiques sont réalisées selon les normes du journal officiel de la république Algérienne N°80 du décret de 14/11/1991 et N°19 du décret de 05/04/2000.

I.5.1. Détermination de l'acidité titrable (AFNOR, 1986)

L'acidité titrable est le nombre de gramme d'acide lactique présent dans un litre de lait. Le principe repose sur la neutralisation de l'acide lactique d'un échantillon par une solution NaOH à 0,1 N, en présence d'un indicateur coloré « la phénolphtaléine ».

Mode opératoire :

Dans un bécher de 100 ml, est introduit à l'aide d'une pipette 10 ml de l'échantillon (lait) auquel est ajouté 2 à 3 gouttes de la phénolphtaléine, le tout est titré par une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N jusqu'à apparition du virage rose stable.

Expression des résultats :

L'acidité titrable, exprimée en degré dornic (°D), est donnée par la formule suivante :

$$AT = V \cdot 10$$

Avec : **AT**: acidité titrable.

V : volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium (0,1N). (1 °D = 0,1g d'acide lactique par litre de lait, 1°D=0,1 ml de la soude N/9).

I.5.2. Détermination du pH (AFNOR, 1986)

Le pH, qui indique l'acidité d'une solution, est déterminé par la méthode potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre.

Mode opératoire :

Après étalonnage du pH-mètre à l'aide d'une solution tampon (pH : 4 et pH : 7), l'électrode est plongée dans l'échantillon à analyser, l'analyse est effectuée à 20°C.

Expression des résultats :

La valeur du pH est lue directement sur l'échelle graduée du pH-mètre.

I.5.3. Détermination de la densité (NA 1130)

La densité du lait est le poids en kilos d'un litre de lait à 15°C. Elle est mesurée par un lactodensimètre. Ce dernier est plongé dans le lait, et sur sa partie supérieure se trouve une échelle indiquant le degré de densité.

Mode opératoire :

Le lait est versé dans l'éprouvette de 250 ml, tenu inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou des bulles d'air. Le lactodensimètre est plongé verticalement dans l'éprouvette. Après sa stabilisation, on lit la valeur de densité sur l'échelle à la surface du lait.

Expression des résultats :

Le lactodensimètre donne une valeur exacte à une température de 15 °C et les corrections suivantes peuvent être utilisées :

- si la $T^\circ > 15$ alors $D = D^\circ + 0,2 (T^\circ - 15^\circ\text{C})$. ;
- si la $T^\circ < 15$ alors $D = D^\circ - 0,2 (T^\circ - 15^\circ\text{C})$;
- si la $T^\circ = 15$ alors la densité reste la même.

Avec : T° : température lue sur le lactodensimètre

D° : densité lue sur le lactodensimètre.

I.5.4. Détermination de la teneur en matière grasse (NA 1933)**I.5.4.1 Cas du lait**

La méthode acido-basique est basée sur l'attaque des composants autre que la matière grasse par l'acide sulfurique et sa séparation par l'alcool iso-amylque.

Mode opératoire :

Dans un butyromètre à lait (butyromètre Gerber), est introduit 10 ml d'acide sulfurique de densité 1,83, auxquels sont ajoutés 11 ml de lait pour permettre la séparation des phases ; ensuite est ajouté 1 ml d'alcool iso-amylque, enfin le tout est centrifugé à 1200 tr/min pendant 5 min.

Expression des résultats :

La lecture se fait directement sur les graduations du butyromètre.

I.5.4.2 Cas du fromage

La matière grasse est exprimée en grammes de fromage. Elle est basée sur la dissolution de la caséine du fromage dans un butyromètre de VAN GULIK, par l'acide sulfurique ; une séparation de la matière grasse par centrifugation et une lecture directe du pourcentage en masse de matière grasse.

Mode opératoire :

3 g de fromage pesé dans un godet en verre, sont introduit dans un butyromètre. 10 ml d'acide sulfurique de densité 1,54 sont ajoutés et le tout est chauffé jusqu'à la dissolution totale, ensuite 1 ml d'alcool iso-amylque est ajouté. Enfin, l'échantillon est introduit dans la centrifugeuse (1110 tr/min pendant 5 min).

Expression des résultats :

Le résultat est lu directement sur les graduations du butyromètre, la teneur en matière grasse est exprimée en pourcentage en masse ; elle est égale à :

$$MG = N' - N$$

Avec : N' : la valeur correspond au niveau supérieur de la colonne.

N : la graduation correspond au niveau inférieur de la colonne grasse.

I.5.5. Détermination de la teneur en extrait sec total (EST), extrait sec dégraissé (ESD) et en humidité (NA 679).

Par définition l'extrait sec total est le taux de matière séché restant après dessiccation et l'extrait sec dégraissé c'est l'extrait sec sans la matière grasse.

Mode opératoire :

Dans un dessiccateur infrarouge possédant une balance de précision intégrée est placée une capsule préalablement séchée et lavée, contenant 3 à 5 grammes de l'échantillon à analyser. La température du dessiccateur varie selon humidité de l'échantillon, elle peut aller de 165 °C pour le lait, lactosérum, mais moins pour la poudre de lait 105 °C.

Expression des résultats :

La lecture se fait directement par affichage sur l'écran du dessiccateur, la valeur de l'EST est exprimée en (g/l) pour le liquide et en (%) pour le solide.

Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD) :

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

Détermination de l'humidité (%) :

$$\text{H} (\%) = 100 - \text{EST}$$

Avec : **EST** : extrait sec total

ESD : extrait sec dégraissé

MG : matière grasse

I.5.6. Détermination du rapport matière sèche MG/MS du fromage

C'est la détermination simultanée de la teneur en matière sèche et la teneur en matière grasse du fromage.

Expression des résultats

La teneur en matière grasse, exprimée en gramme pour 100g de matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$(\text{MG/MS}).100$$

Avec : **MG** : matière grasse du fromage.

MS : matière sèche

I.7. Analyse du camembert (les titres en gras et vérifier cette numérotation)

I.7.1. Mesure du pH

Le pH est déterminé par une méthode électrométrique, à l'aide d'un pH-mètre. Cet appareil mesure la différence du potentiel entre deux électrodes ; la sonde du pH-mètre étalonnée au préalable est introduite directement dans l'échantillon à analyser à une température d'environ 20°C et la valeur du pH est lue sur l'écran de l'appareil.

I.7.1. Test de détection des antibiotiques dans le lait

C'est un test rapide de détection des Beta-lactames et Tétracyclines dans le lait. Il est utilisé à la réception du lait de vache cru à l'unité pour vérifier son aptitude à la transformation fromagère en décelant la présence des antibiotiques.

Méthode :

0,2 ml de lait sont mis dans un petit flacon contenant un disque de marque « Beta Star Combo », puis une incubation est faite à 47,5°C (3 min pour Beta / 2 min pour le Combo). Ensuite, une tige est plongée dans le petit flacon et une deuxième incubation est faite à 47,5°C (2 min pour le Beta / 3 min pour le Combo). Enfin, la lecture s'est faite en 5 minutes (annexe 8).

Lecture des résultats :

La première incubation a servi à ce que les antibiotiques présents se lient au récepteur, mais à partir de la deuxième incubation où le lait migre sur un support immuno-chromatographique « la tige » présentant deux (2) bandes (3 pour le Combo) nous avons :

- Une bande retient les récepteurs qui n'ont pas de Béta-lactames (Négatif) ;
- Une autre bande sert de référence ;
- Une bande supplémentaire pour le Combo qui retient les récepteurs qui n'ont pas de Tétracyclines (Négatif).

I.8. Analyses microbiologiques

I.8.1. Echantillonnage

Les prélèvements pour les analyses microbiologiques doivent être effectués en prenant toutes les précautions d'asepsie, notamment en ce qui concerne l'ouverture et la fermeture des sachets "Stomacher" dans lesquels les échantillons sont recueillis, qui doit se faire en zone stérile assurée par l'utilisation d'une flamme. Tous les instruments utilisés pour le prélèvement doivent être propres et stériles pour éviter la contamination des échantillons.

I.8.2. Le point d'échantillonnage est :

- Se fait lorsque le produit est en cours de fabrication est analysé après le démoulage ;

- Et cela pour Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT).
- On introduit dans une boîte de Pétri 1 ml de la solution mère et des dilutions décimales puis on coule le milieu PCA fondu au préalable au bain marie à ébullition et maintenu à 45-46°C ;
- on place les boîtes de Pétri retournées dans l'étuve à 30°C pendant 72 heures ;
- par la suite, on compte à l'œil nu toutes les colonies qui se sont développées quelle que soit leur taille et on retient pour comptage, les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 300 ;
- on multiplie toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution ;
- ensuite, on fait la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

I.8.3. Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

- A partir de la solution mère et des dilutions décimales réalisées, on porte aseptiquement 2fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées ;
- ensuite, on complète chaque boîte avec environ 20 ml de gélose VRBL fondue puis refroidie à 45°C ;
- on fait des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée.
- par la suite, on incube une série de boîtes à 30°C, pendant 24 à 48 h qui servira à la recherche de Coliformes totaux, l'autre série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de Coliformes fécaux ;
- que ce soit à 30 ou à 44°C, on fait les premières lectures au bout de 24 h ;
- enfin, on dénombre les colonies par la même méthode précédente.

I.8.4. Mode opératoire

Préparation de la solution mère

Diluer 10g de fromage dans 90ml d'eau distillée et bien agiter le mélange.

On introduit aseptiquement 1ml de l'échantillon à analyser dans des boîtes de pétri, on ajoute 15ml de la gélose **VRBL**, après solidification ajoutée une deuxième couche du même milieu (VRBL) afin de favoriser l'anaérobiose et empêcher le développement des colonies superficielles envahissantes. L'incubation est faite à 30°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux pendant 24h.

I.9. Teste de dégustation et analyse sensorielle

Le test de dégustation, qui permet de déterminer les caractéristiques et la typicité d'un produit alimentaire afin d'établir un argumentaire commercial, a été effectué par la méthode hédonique, en faisant appel à un panel expérimenté.

Ce test nous a permis de faire ressortir les principales caractéristiques sensorielles (goût, texture, saveur et couleur, ...etc.) des quatre type de camembert épicée au cresson.

Pour cela nous avons programmé une séance de dégustation au niveau de l'usine qui a remplis des fiches (annexe) de notation selon les critères décrits par la norme (AFNOR NF V09-105).

I.9.1. Choix du jury

Pour mieux apprécier la qualité organoleptique de notre camembert fermier épicé fabriqué a STLD de DBK, nous avons réalisé le teste de dégustation grâce avec un jury composé de 13 personnes considérés comme des connaisseurs dont les membres de la dite entreprise.

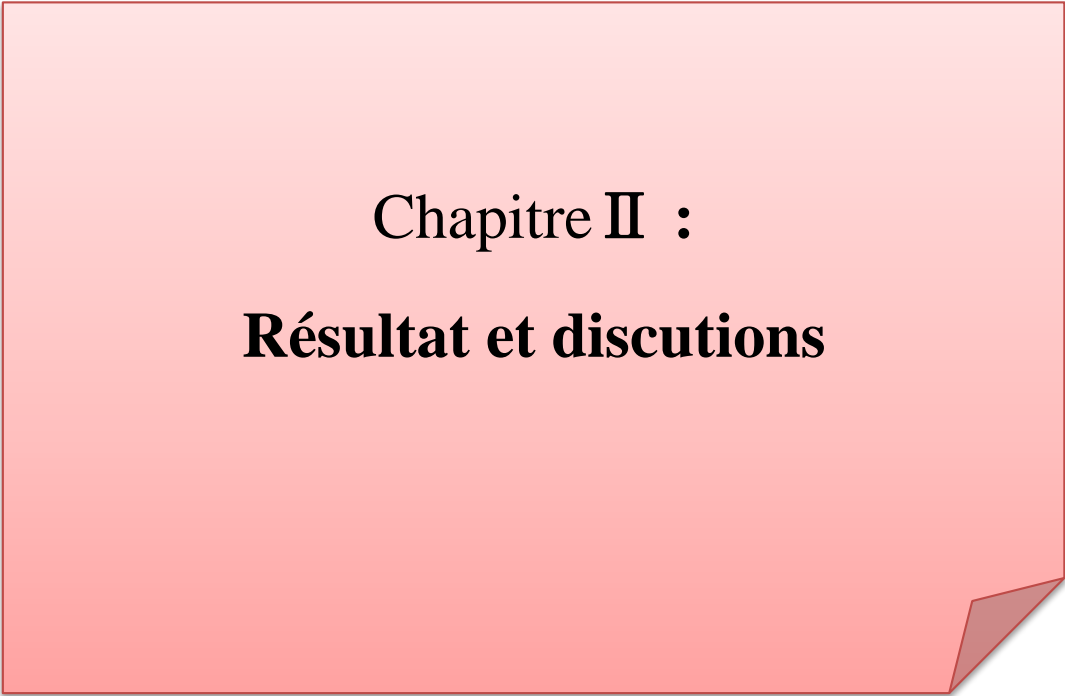
Plusieurs facteurs ont été pris en considération avant l'évaluation afin d'obtenir des performances optimales.

Un questionnaire a été proposé aux dégustateurs dans les quels figures le paramètre a testé à savoir : la couleur, l'arôme, le goût, etc.

Le traitement statistique des résultats d'analyses sensorielles obtenues dans notre étude (couleur, arôme ...) est réalisé grâce au logiciel STATISTICA, qui consiste en une analyse des variabilités qualitative.



Figure 15 : lors de la présentation du camembert épicé au jury.



Chapitre II :
Résultat et discussions

II.1. Analyses physicochimiques

II.1.1. Lait de vache cru

Les résultats des analyses physicochimiques relatives au lait de vache cru sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 16 : résultats des analyses physicochimique du lait de vache cru.

Paramètres	Moyenne	Norme(*)
pH	6,5	6,6 - 6,8
Acidité (°D)	17	16 - 18
Densité	1029	1032 - 1036
EST (g/l)	119,7	120 - 125
ESD (g/l)	86	87,5 - 89,9
MG (%)	33,7	34 - 36
Test antibiotiques	abs	Abs (**)

(*) : Normes AFNOR (1986).

(**) : JORA (1998).



Figure 16 : dosage du lait de vache.

II.1.1.1. Ph

Les résultats du pH obtenus pour le lait de vache cru sont conformes aux normes, ce qui nous renseigne sur le respect des bonnes conditions de la traite, du stockage et du transport du lait jusqu'à l'unité.

Selon SIOUSARRAN (2003), la détermination du pH donne une première idée sur le stade de l'évolution du produit et sur la présence de germes qu'on peut éventuellement y trouver, ce qui rend ce paramètre implorant par voie de conséquence.

II.1.1.2. Acidité titrable

Les valeurs obtenues pour la mesure de l'acidité du lait sont des valeurs répondant à la limite d'acceptation définie par l'AFNOR et qui est de 18°D, ce qui indique que le lait est frais et n'a pas subi de fermentation lactique.

Toute augmentation de l'acidité qui s'accompagne d'un abaissement du pH du lait, traduit une mauvaise conservation ou un mauvais transport du lait. La rupture de la chaîne de froid induit le développement de la flore lactique. L'acidité élevée d'un lait est attribuée à sa richesse en constituants à caractères acides tel que l'acide lactique et anions phosphates.

Par ailleurs, **ESSALHI (2002)** rapporte que le mouillage du lait provoque une diminution de son acidité, qui comme déjà cité pour un lait frais se situe entre 15 et 18°D pour un lait frais.



Figure 17: dosage de l'acidité titrable

II.1.1.3. Densité du lait

La valeur moyenne de la densité mesurée (1027) est inférieure aux normes AFNOR (1032 - 1036). Cependant, ce résultat concorde avec celui trouvé par **BOUBEZARI (2010)** et proche aux valeurs publiées dans l'arrêté interministériel N°069 de 1993 du journal officiel Algérien (1030-1034).

Selon **ALAIS (1984)**, la densité du lait est un paramètre qui varie selon l'espèce. Elle varie aussi selon la proportion d'éléments dissous ou en suspension et elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. Ce paramètre est très utilisé en industrie car il permet la détection des fraudes. En effet, le mouillage abaisse la teneur du lait en ses divers constituants, entraînant ainsi des modifications de ses constantes physiques.

La valeur supérieure de la densité est due à l'élévation du taux d'extrait sec du lait qui conduit à l'augmentation de la masse du même volume de lait (**MATHIEU, 1998**).

II.1.1.4. Extrait sec total

L'extrait sec total mesuré du lait cru est inférieur aux normes recommandées par l'AFNOR, ceci peut être dû à l'alimentation de la vache.

D'après **VEISSEYRE (1975)**, ce sont les matières azotées du lait qui forment avec la matière grasse la presque totalité de la matière sèche du fromage. Donc les variations du taux de la matière sèche (EST) du lait est influencée par les fluctuations de ces deux constituants.

II.1.1.5.Matière grasse

La valeur moyenne trouvée est inférieure aux normes AFNOR, ceci peut être dû à l'alimentation de la vache.

En effet, la matière grasse, critère relativement variable d'un jour à l'autre, car il est fortement lié à la traite. En effet, il est parmi les solides du lait, l'élément qui est le plus fortement et le plus rapidement modifiable par l'alimentation (**HODEN et COULON, 1991**).

Par ailleurs, **MEKROUD (2010)** a confirmé la variation du taux butyreux (TB) selon la période de lactation et la saison de la traite du lait.

De plus, selon **POUGHEON et GOURSAUD (2001)**, cette diminution peut aussi être attribuée au stade de lactation, où le taux butyreux diminue en début de lactation pour atteindre un minimum au bout d'environ 6 semaines.

II.1.2. le camembert (fromage à pâte molle)

La variation des caractères physicochimiques participent à la modification des caractères intrinsèques du produit fini d'où la nécessité d'un suivi de ces paramètres en cours de fabrication du produit.

Les résultats après l'égouttage des analyses physicochimiques des différents produits sont résumés dans les tableaux 17 et 18. Il faut savoir que nous avons utilisés deux types de cresson, le premier en grain et le second en poudre, ainsi que deux différents grammages : 20 g et 30 g.

	pH	T°	EST	MG
Ech (20 g)	5,19	24°C	53,28	31
Ech (30g)	5,25	24,7°C	55,19	38
TG	5,21	20°C	48,55	23

Tableau 17 : résultats physico-chimie des camemberts type graine.

Tableau 18 : résultats physico-chimie des camemberts type poudre.

	pH	T°	EST	MG
Ech (20 g)	5,20	25,5°C	50,76	25
Ech (30g)	5,11	25°C	49,80	24
TP	5,32	21,6°C	45,55	23

Norme :

MG : 21%

EST : 44%

MG/EST : 45%

En se développant, les bactéries lactiques forment de l'acide lactique par fermentation des traces de lactose (VIGNOLA, 2002).

La diminution de l'acidité peut être due à la formation du *Penicillium* car selon LENOIR (1963) ces moisissures consomment l'acide lactique et désacidifient la pâte.

Nous remarquons aussi que les teneurs en EST et MG augmentent au cours de l'affinage, ces résultats s'expliquent par le fait que les constituants de la matière sèche essentiellement la MG et les protéines se concentrent au cours de l'affinage (RIAHI, 2006).

Nous pouvons ainsi dire que les résultats obtenus au cours de l'analyse physicochimique du camembert sont globalement conformes aux normes.

II.2. Analyses microbiologiques

II.2.1. le camembert (fromage à pâte molle)

Les résultats des analyses microbiologiques effectués après l'égouttage pour les différents types camembert sont résumés dans le tableau, ci-après.

Tableau 19 : résultats microbiologique du camembert du type graine.

	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	E. coli
Ech (20 g)	160	144	ABS
Ech (30g)	171	150	ABS
TP	114	90	ABS

ABS : Absence. UFC/ml : Unité Formant Colonie par millilitre.

Tableau 20 : résultats microbiologique du camembert du type poudre.

	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	E. coli
Ech (20 g)	157	144	ABS
Ech (30g)	135	111	ABS
TP	97	78	ABS

Dans notre étude, nous nous sommes intéressées à un suivi des coliformes totaux et fécaux lors de la fabrication du camembert. Ces coliformes, qui rappelons le sont des contaminations, ont une influence directe sur la qualité du produit fini et donne une idée sur les conditions d'hygiène de l'unité, et leurs présences nous renseigne sur leurs origines.

En effet d'après CUQ (2007), la recherche des coliformes permet de mettre en évidence l'insuffisance du processus ou les mauvaises conditions de fabrication. Leur présence dans un aliment signifie que la contamination provient des manipulateurs ou des équipements et instruments de travail. Pareille contamination est non sans conséquences sur la qualité du produit fini.

Ainsi, selon **ST-GELAIS et TIRARD-COLLET (2002)**, les coliformes peuvent fermenter le lactose, dans certaines conditions, pour produire des composés alcooliques ainsi que des gaz, notamment le CO₂ dans la pâte fromagère, pouvant conférer certaines saveurs désagréables au produit.

Par ailleurs, la charge de coliformes totaux trouvée dans le camembert peut être causée par le personnel lors du conditionnement qui se fait manuellement.

Ceci est conforté par **QUITTET et NELIS (1999)** ainsi que **BOURGEOIS et al. (1996)**, pour qui l'Homme est le principal vecteur de décontamination, car il est naturellement porteur de germes sur les mains, les cheveux, le nez et la bouche. Donc une mauvaise hygiène corporelle du personnel manipulateur conduirait aux contaminations du produit.

De plus, selon **GRAPPIN et BRANGER (2006)**, la diminution de la charge des coliformes totaux et fécaux dans le produit fini est due essentiellement au salage qui diminue l'activité de l'eau (A_w) et l'activité de la plupart des microorganismes.

Les figures représentent les résultats des analyses microbiologiques effectuées à l'usine STLD des différents produits fabriqués.

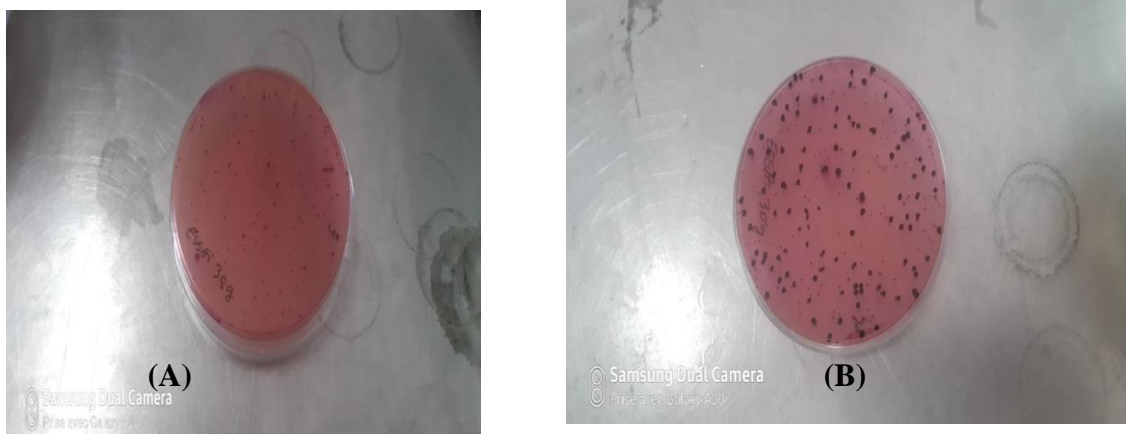


Figure 18 : résultat microbiologique des camemberts grainé

(A) colonies coliformes totaux

(B) colonies coliformes fécaux

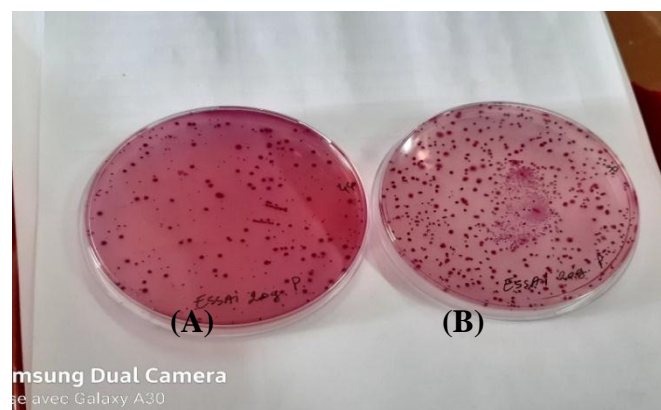


Figure 19 : résultat microbiologique du camembert poudre

(A) colonies coliforme totaux

(B) colonie coliformes fécaux

II.3. Analyse sensorielle

II.3.1. Définition du XLSTAT 2019

Nous avons utilisés pour les calculs statistiques le logiciel XLSTAT ; qui est un logiciel dont le fonctionnement s'appuie sur Microsoft Excel. En revanche, les calculs sont entièrement réalisés dans des programmes autonomes. L'utilisation d'Excel comme interface rend le produit très convivial, simple d'utilisation et efficace. La qualité des calculs est quant à elle identique à celle des logiciels scientifiques les plus renommés.

XLSTAT offre de très nombreuses fonctionnalités qui font d'Excel un outil performant et facile d'accès pour répondre à la majorité de vos besoins en analyse de données et modélisation.

XLSTAT fonctionne avec toutes les versions d'Excel, depuis la version 97 jusqu'à la version 2007 sous les environnements Windows et Mac.

❖ **Tableau 21** : Test d'indépendance entre les lignes et les colonnes (Khi²)

	Couleur	Arôme	Goût	Dureté	Structure de la croûte	structure de la pâte	Degré d'affinage	comment trouvez-vous ces camemberts
Khi ² (Valeur observée)	46,758	31,251	10,192	9,806	8,500	41,859	23,048	50,674
Khi ² (Valeur critique)	31,410	18,307	18,307	11,070	18,307	18,307	18,307	24,996
DDL	20	10	10	5	10	10	10	15
p-value	0,001	0,001	0,424	0,081	0,580	< 0,0001	0,011	< 0,0001
alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Remarque	la couleur a un effet sur le type de camembert, donc ils diffèrent selon la couleur	les camemberts selon l'arôme il y a des différences significatives des camemberts selon les arômes	il n'y a pas de différences significatives entre les camemberts selon les goûts	il n'y a pas de différences significatives entre les camemberts selon la dureté	il n'y a pas de différences significatives entre les camemberts selon la structure de la croûte	il y a des différences significatives entre les camemberts selon la structure de la pâte	il y a des différences significatives entre les camemberts selon le degré d'affinage	il y a des différences significatives entre les camemberts selon l'appréciation des dégustateurs

✓ **Interprétation du test :**

H0 : Les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes.

Ha : Il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau.

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a .

✓ **Interprétation du test :**

H0 : Les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes.

Ha : Il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau.

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

❖ **Tableau 22 :** Test exact de Fisher :

	Couleur	Arôme	Goût	Dureté	Structure de la croûte	structure de la pâte	Degré d'affinage	comment trouvez-vous ces camemberts
p-value (bilatérale)	<0,0001	< 0,0001	0,297	0,087	0,525	< 0,0001	0,013	< 0,0001
alpha	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

➤ **Interprétation du test :**

H0 : Les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes.

Ha : Il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau.

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$, on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a .

➤ **Interprétation du test :**

H0 : Les lignes et les colonnes du tableau sont indépendantes.

Ha : Il existe un lien entre les lignes et les colonnes du tableau.

Etant donné que la p-value calculée est supérieure au niveau de signification seuil $\alpha=0,05$, on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle H_0 .

Nous remarquons que la couleur, l'arôme et l'avis des dégustateurs ont une différence significative. On le compare, on a trouvé que le nombre obtenue est inferieure a alpha.

D'autre part, les autres critères ne présente pas de différences significatives ont comparent leur résultats a alpha on a trouvé que ils sont supérieures.

Conclusion

Le travail présenté dans ce mémoire consiste à la valorisation du cresson alénois dans un fromage à pâte molle « camembert » dans le but d'apporter une valeur nutritionnelle. La recherche bibliographique ayant démontré que le cresson est parmi les meilleures sources alimentaires de protéine, d'anti-oxydante et de vitamine D, ayant une digestibilité élevée.

Durant la période de notre stage pratique à la Laiterie EURL STLD « Société de Transformation du Lait et Dérivés » de Tizi-Ouzou, nous avons pu suivre les différentes étapes de fabrication de notre camembert et réaliser certaines analyses physicochimiques et microbiologiques et analyse sensorielle afin d'évaluer la qualité de ce produit.

Les résultats physicochimiques que nous avons obtenus ont révélé une conformité des paramètres mesurés aux normes, que ce soit pour la matière première « le lait de vache cru » ou le produit fini. Ceci est le signe du respect des bonnes pratiques de fabrication et de la bonne maîtrise des procédés de fabrication de ce produit.

L'analyse microbiologie effectuée sur les échantillons du fromage épissé que nous avons fabriqué, montre qu'il plus de 100 colonies de coliforme totaux et plus de 10 colonie coliformes fécaux et absence totale de E.Coli. La charge en coliforme étant légèrement supérieure aux échantillons témoins.

La comparaison de ces résultats obtenus aux normes de l'unité « STLD », nous a permet de conclure que le fromage à pâte molle que nous avons fabriqué est de qualité hygiénique et microbiologique acceptable et qu'il est de bonne qualité nutritionnelle.

Pour savoir si le goût de cet additif aromatisé, qu'il soit en poudre ou en graine, a été apprécié par les consommateurs, nous avons effectué une analyse sensorielle qualitative qui a été menée sur un panel constituer de 13 jurys essentiellement travaillent à l'unité « STLD ».

L'analyse sensorielle, conforté par une étude statistique, nous a montré que le fromage avec un grammage de 20 g en type poudre a été le mieux apprécié par le panel de dégustateurs.

Reference bibliographique :

A

Abuelgasim A.I., Nuha H.S., Mohammed, A.H. (2008) *Hepatoprotective effect of lepidium sativum Against Carbon Tetrachloride Induced Damage in Rats. Research Journal of Animal and Veterinary.*

Adapter öste et al, 1997 ; fox et McSweeney, 1998) adapté de cayot et Lorient, 1998 ; fox et Mc sweeney, 1998).

ADRIAN J., POTUS J., et FRANGE R. (2003). *La science alimentaire de A à Z, Lavoisier, 3éme édition. P549.*

ADRIAN J., POTUS J. et FRANGNE R., (2004). *La science alimentaire de A à Z ,2éme édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79 (477 pages).*

AFNOR. (1986). *Contrôle de qualité des produits laitiers. 3éme Ed.*

AFNOR (1986). *Recueil de Normes Française.*

ALAIS C. (1984). *Science du Lait. Principes des Technologies Laitières, 4eme Ed ; Paris.*

Al-yahya M.A., Mossa J.S., Ageel A.M., Rafatullah S. (1994) *Pharmacological and Safety Evaluation Studies on Lepidium sativum L, Seeds. Phytomedicine, Sciences,*

B

.Benhadane N., (2012). Qualité microbiologique du lait cru destiner à la fabrication d'un type de camembert dans la fabrication d'un type de camembert. Mémoire De Magister en Sciences Alimentaires, Université MENTOURI, Constantine, 71p.

BERTRAND F. (1988). Le fromage grand œuvre des microbes. Revue générale du froid, 78. P: 519-527.

BOUREGOISE. CM et LARPENT. (1989) : Microbiologie alimentaire. Tome 2 .Pp. 31, 34

BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F. et ZUCCA J. (1996). Microbiologie Alimentaire : Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité des Aliments. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

C

Chatoui K., Talbaoui A., Aneb M., Bakri B., Harhar H., Tabyaoui M. (2016) Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial activity of *Lepidium sativum* seeds from Morocco. *J Mater Environ Sci*,

CODEX Alimentarius. (1996) : Programme mixte FAO/ OMS sur les normes alimentaire et l'agriculture Organisation Mondiale de la santé. 2eme édition.

D

Diwakar B.T., Dutta P.K., Lokesh B.R., Naidu K.A. (2008) Bioavailability and metabolism of n-3 fatty acid rich garden cress (*Lepidium sativum*) seed oil in albino rats. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*,

Doke S. Guha M. (2014) Garden cress (*Lepidium sativum* L.) Seed - An Important Medicinal Source: A Review. *Journal of Natural Product and Plant Resources*,

E

ECK A. (1987). Le fromage. Technique documentation. 2'ème Ed .Lavoisier. Paris. P : 13, 17, 137,138. 529.

ECK A. (1990) : Le fromage, Lavoisier, 2eme édition, paris. P. 539.

ECK A. (1990). Le Fromage 3eme Edition, Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.

ECK A. (1997) : Le fromage, Lavoisier, 4eme édition, Paris. P. 875.

ECK, A et Gillis J.C. (1997) : Le fromage, 3ème édition, Paris. 891P.

ECK et GILLIS J.C. (2006) : Le fromage, Lavoisier, 3eme édition, Paris. P.874.

F

FAO. (2007). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.

FAO (Food Agriculture Organisation). Le Lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. 1998 ; 346.

G

GUÈGUEN L. (2006). La Valeur Minérale des Fromages ; in : " Le Fromage". Technique et Documentation, 3ème Ed.

GUIRAUD J.P., (2003). Microbiologie Alimentaire. Dunod, Paris, Lavoisier, Paris.

H

Hartwell J.L. (1982) Plants Used Against Cancer, A Survey. Quarterman Publications, Inc. Massachusetts.

HODEN A. et COULON J.B. (1991). Maîtrise de la Composition du lait : Influence des Facteurs Nutritionnels sur la Quantité et les Taux de Matières Grasses et Protéiques. INRA Production Animale, 4, 361-367.es ».

I

INRA. Goût et flaveur [en ligne]. 23 juin 2016. [Consulté le 23/09/2019]

J

Jeanet R., Thomas C., Michel M., Pierre S., Gerard B., (2007). Produit laitères Edition : Tec et Doc. La Voisier : 17, 456 p.

Jeanet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brulé G. (2008). Les produits laitiers, 2ème Edition Lavoisier. Paris, 185 p.

J.O.R.A. N° 35. (1998). Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers. (Norme).

K

Karazhiyan H., Razavi S.M.A., Phillips G.O. (2011) Extraction optimization of a hydrocolloid extract from cress seed (*Lepidium sativum*) using response surface methodology. Food Hydrocolloids,

L

LECLERC H. ; BUTTIAUX R. ; GUILLAUM J. et WATTR P. (1997). Microbiologie Appliquée. Douin Editeur, Paris. ences en technologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France

Lamontagne Michel Claud P, Champagne J, Reitz A, Sylvain M, Nancy G, Marysel, Julie J et Ismail F. (2002). Microbiologie de lait. Science et technologie de lait École polytechnique de Montréal.

LEON GUGUEN lait et nutrition santé, les compositions du lait, Lavoisier, paris 2001.

M

MAHAUT M., JEANTET R., SCHAK P. BRUL G. (2000). Les produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. P: 26-180

Mali R.G., Mahajan S.G., Mehta A.A. (2007) Lepidium sativum (Garden cress): à review of contemporary literature and medicinal properties. Oriental Pharmacy and Experimental Medicine.

Maier U.H, Gundlach, H., Zenk, M.H. (1998) Seven imidazole alkaloids from *Lepidium sativum*. Phytochemistry,

MARTIN B. et COULON J.B. (1995). Influence des Facteurs de Production sur l'Aptitude à la Coagulation des Laits de Troupeaux ; in « Facteurs de Production du lait et Caractéristiques des Fromage.

MATHIEU J. (1998). Initiation A la Physicochimie du Lait. Guides Technologiques des IAA. Tech & Doc, Lavoisier, Paris.

Mathieu J. (1998). Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Edition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. Pp : 12-210.

MCSWEENEY P.L.H et SOUSA J.M., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compound in cheese during repping: Review milk n° 80.Pp. 293 à 324.

MEKROUD H. (2010). Effet de la température sur la Production Laitière dans la Région de Sétif. Mémoire de Magistère. Université FERHAT ABBAS-SETIF. Algérie.

Michalczyk D., Drozdowicz A., Pintscher S., Plonka P.M. (2011) Mycetoal bloom in a hydroponic culture of garden cress (*Lepidium sativum* L.). *International Journal of Food Microbiology*,

MIETTON B. (1995). Incidence de la composition des fromages au démoulage et des paramètres d'environnement sur l'activité des agents de l'affinage. Revue des ENIL, 189, 19-27. 51. **MUNRO G.L., GRIEVE P.A., KITCHEN B.J., 1984.** Effects of mastitis on milk yield, milk composition, processing properties and yield and quality of milk products. Aust. J. Dairy Technol., 39, 7-16

N

Nayak P.S., Upadhyaya S.D., Upadhyaya A. (2009) A HPTLC Densitometer Determination of Sinapic Acid in Chandrasur (*Lepidium sativum*). *Journal of Scientific Research*.

P

Prajapati V. D., Maheriya P.M., Jani G.K., Patil P.D., Patel B.N. (2014) *Lepidium sativum* Linn: A current addition to the family of mucilage and its applications. *International Journal of Biological Macromolecules*,

Prasad V.K., Kavita N.Y., Rakesh S.S., Nupura S.N., Ashish S.P., Manohar J.P. (2012) *Lepidium sativum*: an ethnobotany and phytopharmacological. *International Journal of Drug Formulation and Research*,

POUGHEON S., (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquence.

Pougheon, S., et Goursaud, J. (2001). « Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques», In : DEBRY, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris, 342 p.

R

Raval, N. (2016) A comprehensive review of *lepidium sativum* linn, a Traditional medicinal plant. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*,

Rheotest M. (2010). Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants.

Romain J., Thomas C, Michel M., Pierre S., Gérard B., (2008). Lait de consommation. Les produits laitiers. 3ème édition. Lavoisier, paris, p.1- 21.

S

Schultz E., Gmelin R. (1952) Isolation of glycoside of *Lepidium sativum* in the pure state by column chromatography. *Arzneimittelforschung*,

ST-GELAIS D. et TIRARD-COLLET P., (2002). Fromage ; in : « Science et Technologie du Lait ». Ecole Polytechnique de Montréal.

T

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

THAPON J.L., (2005). *Science et technologie du lait*, Agrocampus-Rennes, France: P : 14-51.(77 pages).

V

VEISSEYRE R. (1975). *Technologie du lait* 3eme édition, Maison rustique, Paris.

VEISSEYRE R. (1975) : *Technologie du lait. Constitution, récolte, traitement et transformation du lait* 2^eème Ed. La maison Rustique. Paris. P : 461-692.

VEISSEYRE R., (1975). *Technologie du lait : Constitution, Récolte, Traitement et Transformation du lait*, 3^eèmeédition. Rustique. P1. P3.

Vierling E. (2003). *Aliment et boisson-Filière et produit*, 2^eème édition, dion éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine. 270p.

Vignola CL. (2002). *Science et technologie du lait: Transformation du lait*. Ecole polytechnique de Montréal. ISBN: 29-34. 600 p.

W

Wadhwa, S., Panwar, M. S., Agrawal, A., Saini, N., Patidar, L.N. (2012) *A Review On Pharmacognostical Study Of Lepidium Sativum*. *Advance Research in Pharmaceuticals and Biologicals*,

Wolter R., (1988). *Alimentation de la vache laitière*. 3^eème édition. Editions France Agricole, Paris.

Z

Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Calani, L., Mazzeo, T., Rio, D.D., Pellegrini N., Feo V.D. (2012).
Compositional Study and Antioxidant Potential of *Ipomoea hederacea* Jacq. And *Lepidium sativum* L.
Seeds. *Molecules*,

Site web :

<http://om.cih eam.org/article>.

https://www.researchgate.net/publication/325742731_Elements_d'enquete_generale_sur_la_filiere_lait_en_Algerie.

<http://www.inra.fr/Grand-public/Alimentation-et-sante/Toutes-lesactualites/Gout-et-flaveur>

http://www.fao.org/dairyproduction_products/products/la-composition-du-lait/fr/.

Annexe 01
Matériel de laboratoire utilisé

Appareillage Verrerie	Verrerie
<p>-Etuve de stérilisation du matériel NÜVE FN500 -Etuves d'incubation MEMMERT (30°C, 37°C et 44°C) -Four à micro-ondes CONTINENTAL - Bain marie (100°C) FUNKE GERBER -Réfrigérateurs ENIEM (4°C) Balance de précision NAHITA 5022 (200 g/ 0,01 g) -Centrifugeuse FUNKE GERBER pH mètre HANNA</p>	<p>-Bécher à 50 ml -Fioles jaugées à 100 ml -Pipettes graduées (1 ml et 10 ml) -Pipettes Pasteur -Tubes à vis -Butyromètre pour fromage -Butyromètre pour poudre de lait -Burettes -Flacons stériles -Bécher à 50 ml -Fioles jaugées à 100 ml</p>
Autres matériel	Produits et réactifs
<p>-Bec bunsen ; -Boîtes de Pétri ; -Sachets Stomacher ; -Ecouvillons stériles ; -Portoirs à tube ; -Spatule, cuillères. -Bec bunsen ; -Boîtes de Pétri ; -Sachets Stomacher ;</p>	<p>-Diluant Tryptone-Sel-Eau (TSE) ; -Téllurite de potassium ; -Sulfite de sodium ; -Alun de fer ; -Acide sulfurique; -Hydroxyde de sodium (NaOH) -Solution de Phénolphtaléine à 0,5 % ; -Alcool iso-amylque ; -Alcool chirurgical 90 % - Hypochlorite de sodium (Eau de Javel)</p>

Annexe 2

● Mode opératoire pour la mesure de l'acidité titrable

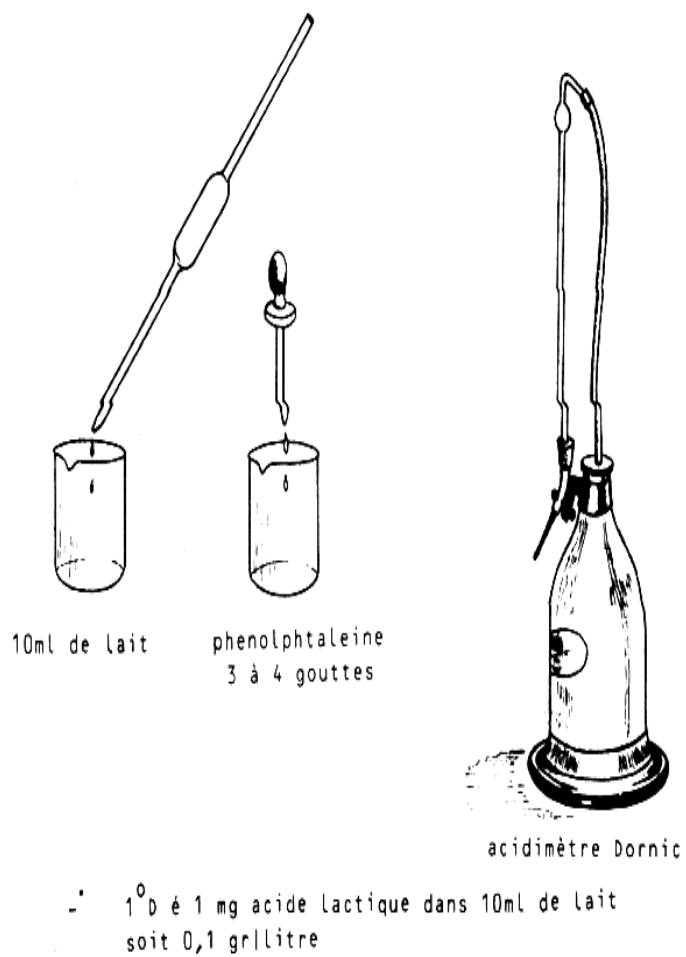


Figure 28 : Détermination de l'acidité

- Détermination de la MG avec un butyromètre

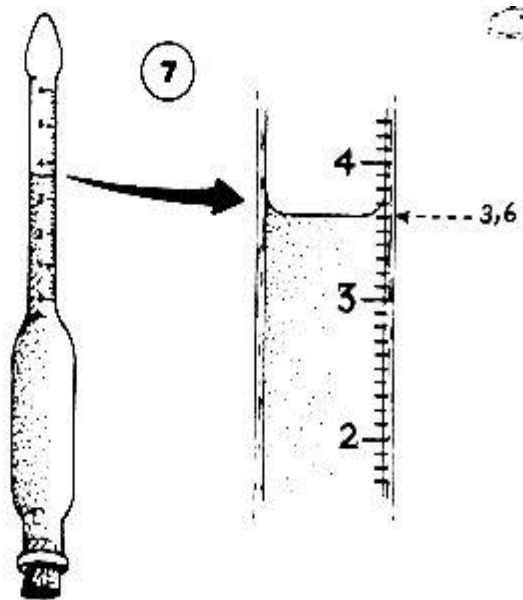
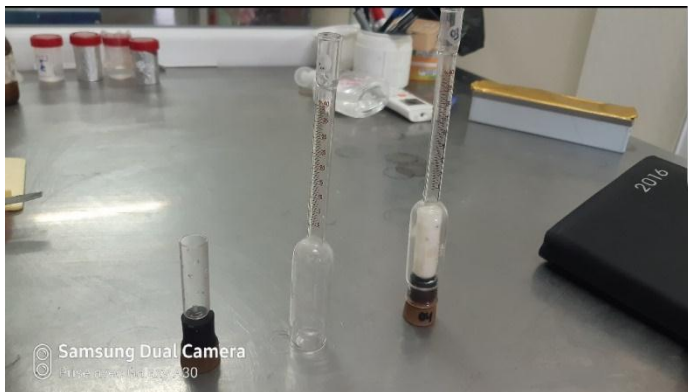


Figure 29 : Détermination de la MG



Butyromètre GERBER



Butyromètre VAN GULIK

- Détermination de la densité

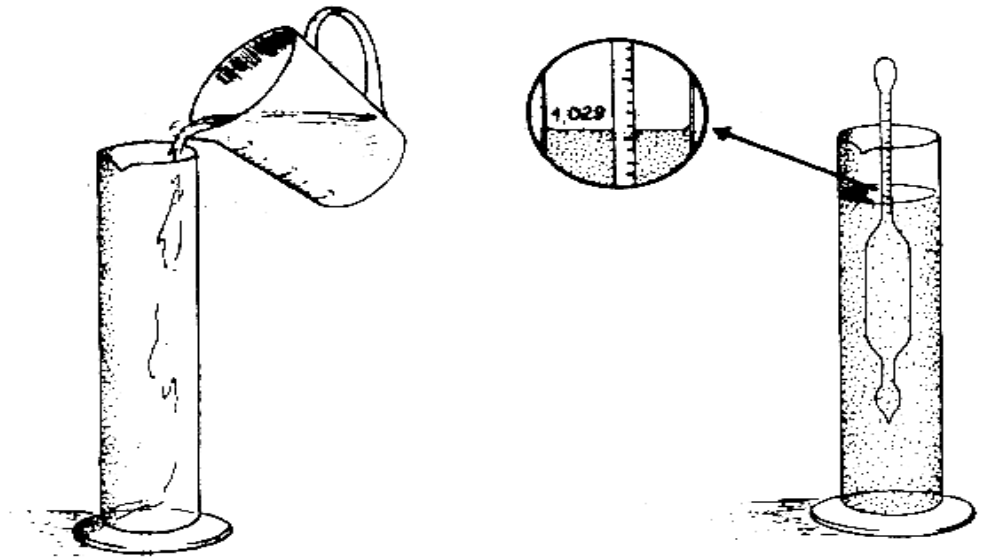


Figure 30 : Détermination de la densité

Interprétation des résultats.

Pour le lait de vache avec une certaine approximation la lecture de la densité du lait peut être interprétée de la façon suivante:

Lecture au lactodensimètre	Résultat
1,028 à 1,033	Lait normal
moins de 1,028	Lait dilué
1,033 à 1,037	Lait écrémé

Annexe 03

Préparation d'une solution mère et des dilutions décimales pour les échantillons solides

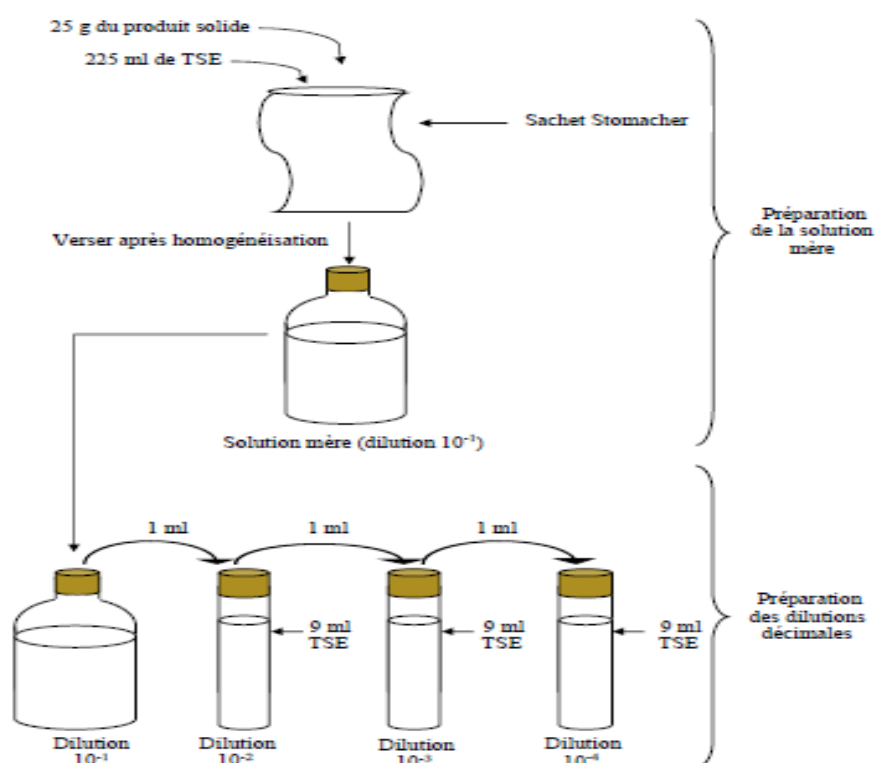
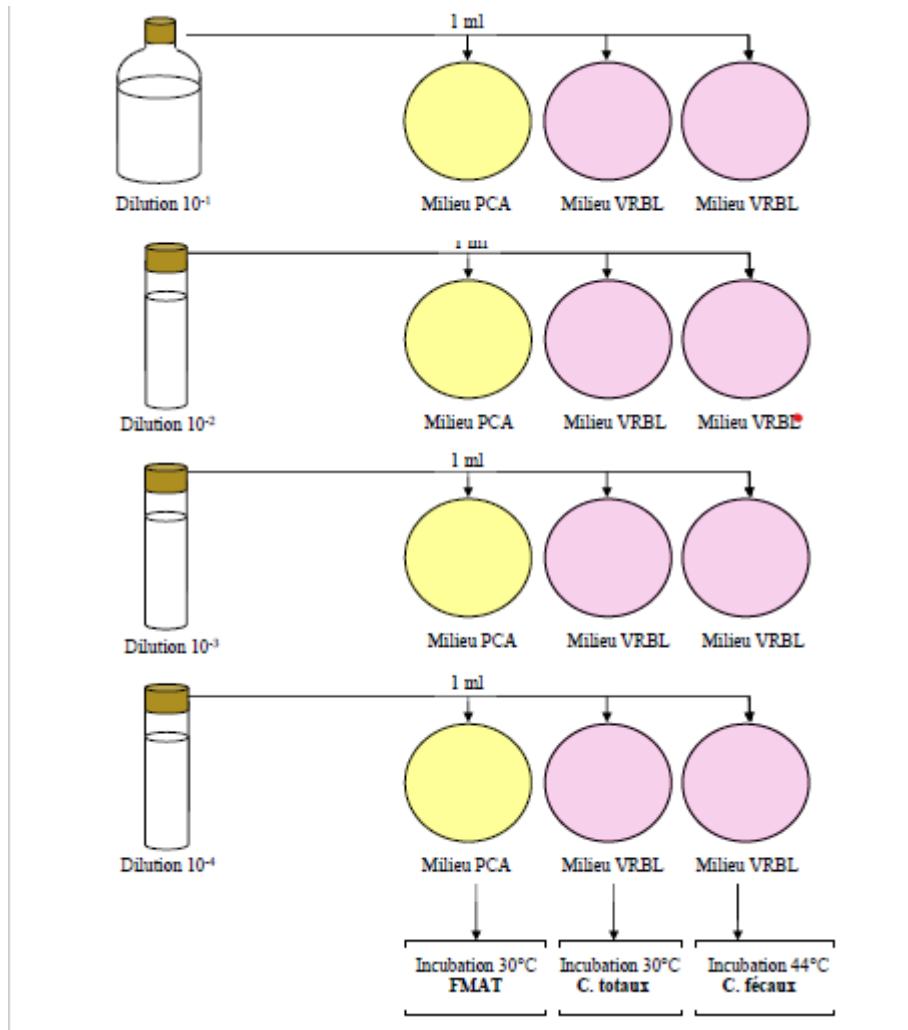
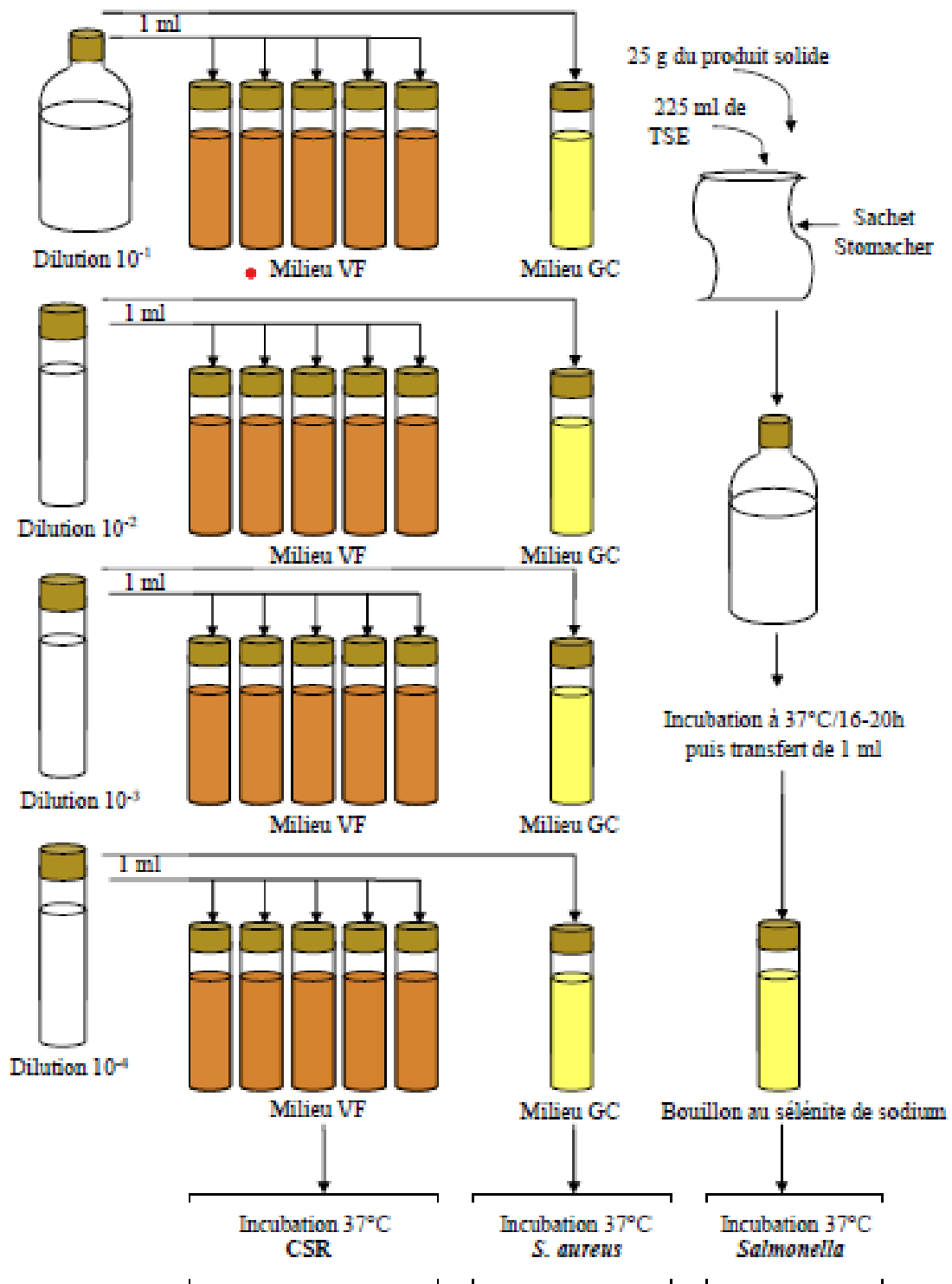


Figure 31 : préparation de la solution mère

Annexe 04

Mode opératoire pour les analyses microbiologiques





Annexe 05



Figure 32 : Échangeur à plaque



Figure 33 : teste antibiotique



Figure 34 : Dessiccateur infrarouge

Annexe 06



Figure 35 : cresson alénois



Figure 36 : saleur



Figure 37 : Centrifugeuse



Figure 38 : pH-mètre



Figure 39 : stérilisateur

Annexe 07



Figure 40 : lactostart

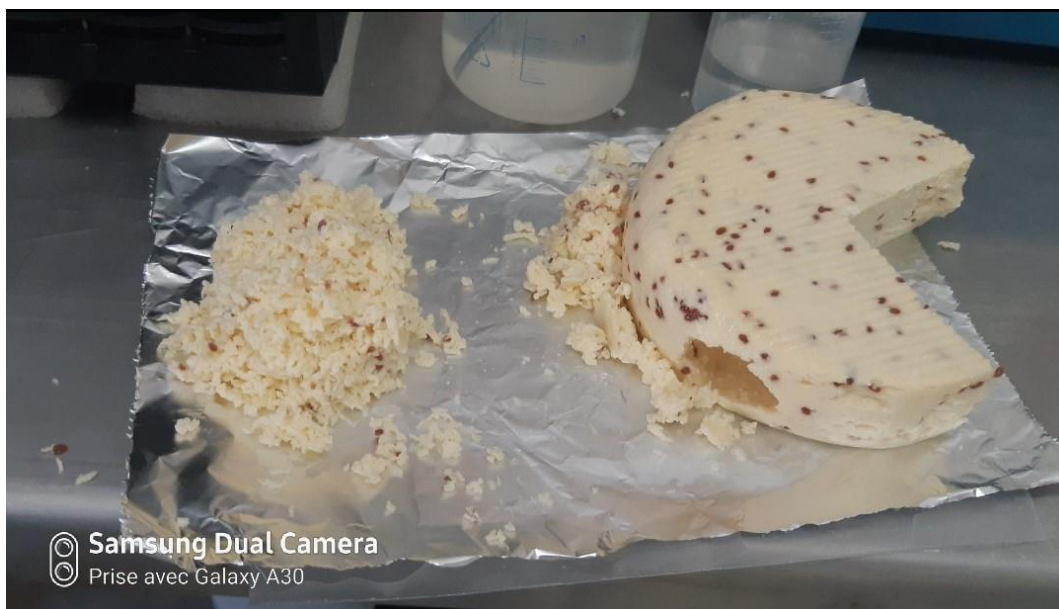


Figure 41: camembert episser

FICHE DE DEGUSTATION

Date : / /

NOME :

PRENOM :

SEXE :

HOMME FEMME

★ Cinq échantillons de camemberts-vous sont proposés, numérotés : **G20 G30 P20 P30 T**. ➡ Veuillez compléter ces tableaux selon vos critères :

1/ COULEUR :

	Blanc	Ivoire	Jaune pale	Jaune d'or	Jaune paille
G20					
G30					
P 20					
P30					
TG					
TP					

2/Arôme :

	Lactique	Torréfié	Animaux	Autre arôme
G20				
G30				
P20				
P30				
T				

3/Goût :

	Amer	salé	Sucré	Acide
G20				
G30				
P 20				
P30				
TG				
TP				

4/Dureté :

	Très dur	Dur	Ni dur ni mou	Mou	Très mou
G20					
G30					
P 20					
P30					
TG					
TP					

5/ Structure de la croûte :

	Epaisse	Mince	Blanche	Brune	Fleurie
G20					
G30					
P 20					
P30					
TG					
TP					

6/ structure de la pâte :

	Onctueux	Granuleux	crémeux	Coulant	Compact
G20					
G30					
P 20					
P30					
TG					
TP					

7/ Degré d'affinage :

	Faible	Moyenne	Forte
G20			
G30			
P 20			
P30			
TG			
TP			

8/ comment trouvez-vous ces camembert ?

	Très mauvais	mauvais	moyenne	Bon	Très bon
G20					
G30					
P 20					
P30					
TG					
TP					

Annexe 09

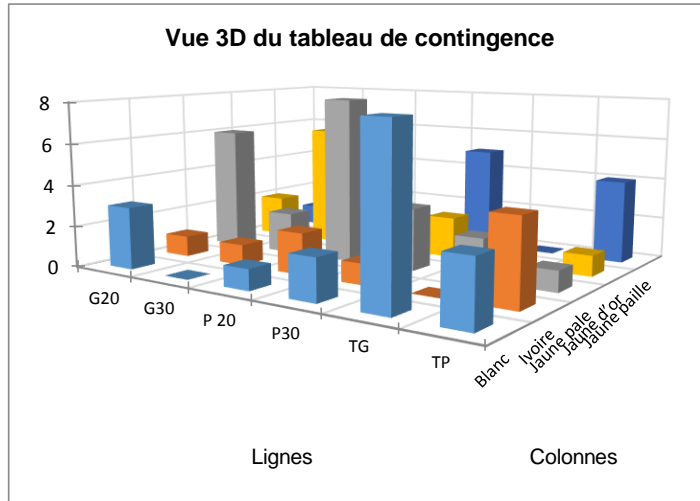


Figure 42 : couleur des fromages

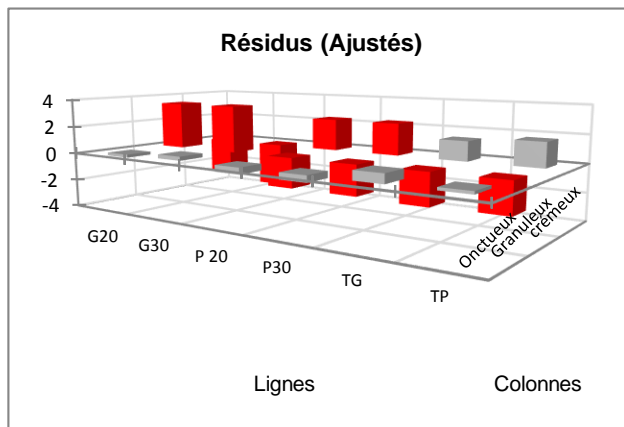


Figure 43 : structure de la pâte du fromage.

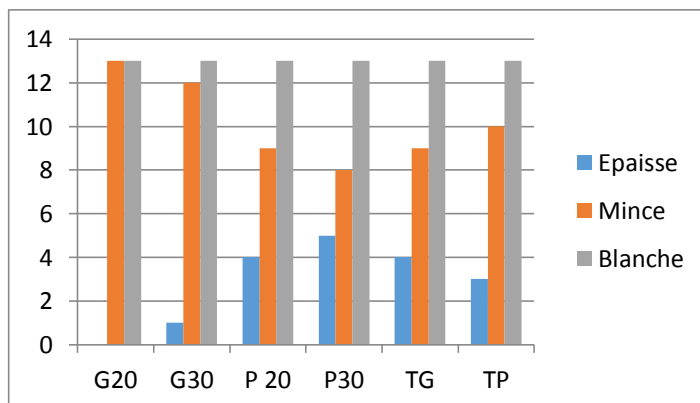


Figure 44 : structure de la croûte des fromages.

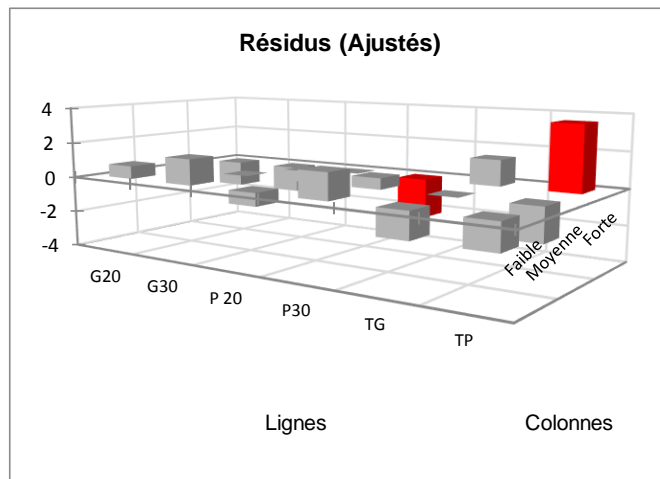


Figure 45 : Dureté des fromages

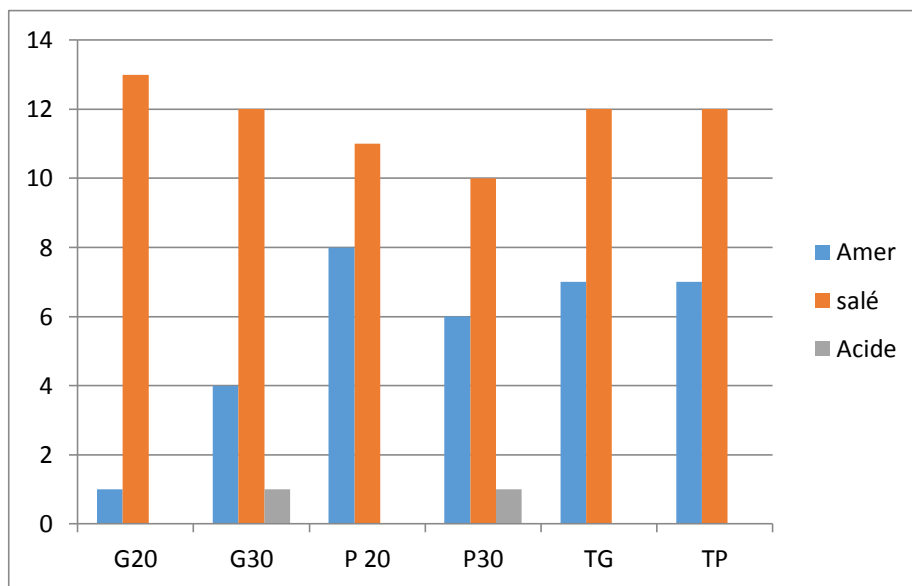


Figure 46 : goût des fromages.

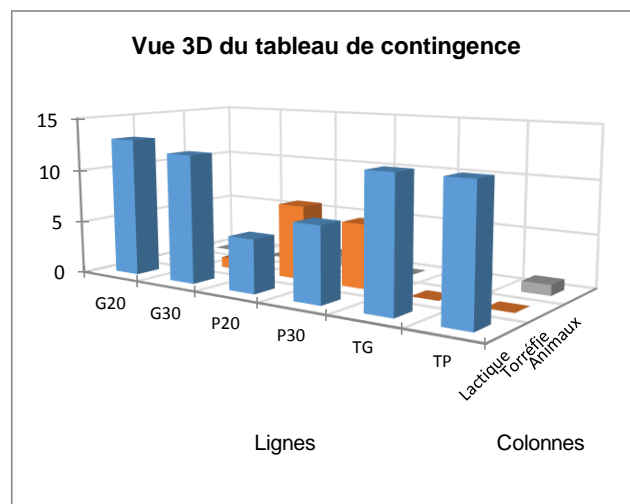


Figure 47 : l'arôme des fromages.

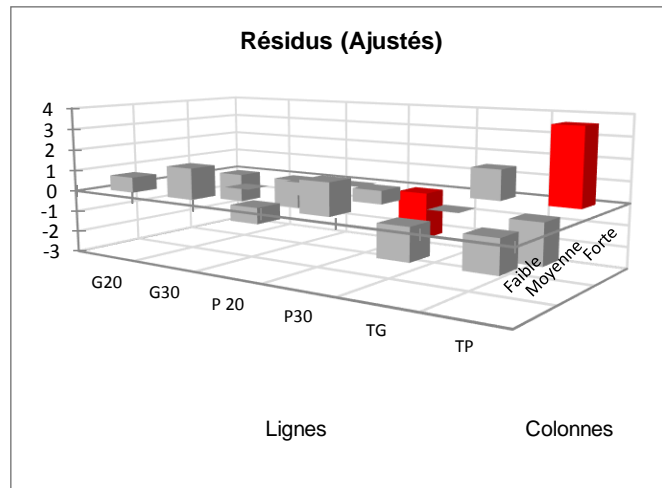


Figure 48 : degré d'affinage

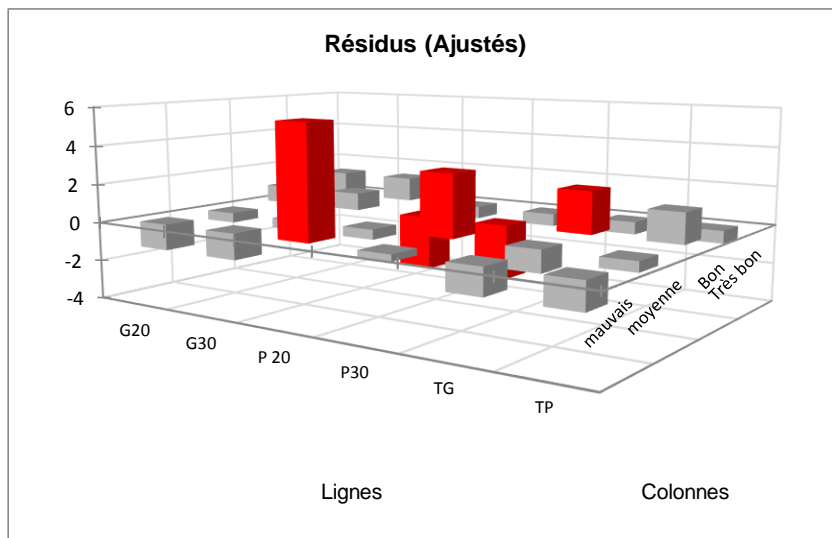


Figure 49 : appréciation des jurys sur les camemberts.

Résumé

Ce travail est porté sur la fabrication d'un camembert « Le Fermier » épicé d'un additif alimentaire qui est le cresson alénois ainsi que le suivi de ses caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques au cours du processus de fabrication.

Cette étude a été réalisée dans le but d'apprécier la qualité du camembert produit dans la laiterie EURL STLD « Société de Transformation du Lait et Dérivés » à Tizi-Ouzou en effectuant des mesures de quelques paramètres d'où Les résultats des analyses physicochimiques inhérents au lait de vache cru et au camembert sont conformes aux normes, ce qui nous renseigne sur le respect des bonnes conditions de fabrication. Résultats des analyses microbiologiques exprimés en UFC/ml, du produit en cours de fabrication et de la matière première Dans notre étude, on s'est intéressé à un suivi des coliformes totaux et fécaux en cours de fabrication du camembert dont l'objectif est l'évaluation des conditions d'hygiène à l'unité qui a une influence directe sur la qualité du produit fini.

Les résultats obtenus ont été comparés à des normes réglementaires et aux exigences d'un jury qualifié permettant l'appréciation de la qualité organoleptique et nutritionnelle du produit.

Mots clés : valorisation, camembert, processus, cresson.

Summary

This work is focused on the manufacture of a Camembert "Le Fermier" splicing a food additive which is garden cress as well as the monitoring of its physicochemical and microbiological characteristics during the manufacturing process.

This study was carried out with the aim of appreciating the quality of the Camembert produced in the EURL STLD dairy "Société de Transformation du Lait et Dérivé" in Tizi-Ouzou by carrying out measurements of a few parameters from which The results of the inherent physicochemical analyzes with raw cow's milk and Camembert comply with standards, which tells us about compliance with good manufacturing conditions. Results of microbiological analyzes expressed in CFU / ml, of the product during manufacture and of the raw material in our study, we were interested in monitoring total and fecal coliforms during the manufacture of camembert, the objective of which is to 'evaluation of hygienic conditions at the unit which has a direct influence on the quality of the finished product.

The results obtained were compared with regulatory standards and the requirements of a qualified jury allowing the assessment of the organoleptic and nutritional quality of the product.

Keywords: valuation, Camembert, process, watercress.

Partie Bibliographique

Partie Expérimentale