



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomique

Spécialité: Agro-alimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

DAHMOUNE Faiza & GOUISSEM Cylia

Thème

*Caractérisation organoleptique et rhéologique d'un fromage
à pâte molle fabriqué à partir du lait de vache coagulé avec
l'enzyme du *Ficus carica L.**

Soutenu le: 13/ 09 / 2018

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Mme. SAYAH.S	MAA	Univ. de Bouira	Présidente
Mme. AMMOUCHE. Z	MAA	Univ. de Bouira	Examinatrice
Mme. MAZRI.C	MCB	Univ. de Bouira	Promotrice

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciement

Avant tout nous remercions « Allah » le tout puissant qui nous a éclairé le chemin de la réussite et nous a donné beaucoup de courage, de la volonté et de la force pour réaliser ce modeste travail.

*Nous tenons sincèrement à exprimer nos profondes reconnaissances au **Dr. Mazri Chafíaa**, notre encadreur, pour l'appui scientifique qu'elle nous a procuré, sa forte personnalité, sa compétence et sa qualité d'encadrement. Qu'elle trouve ici l'expression de nos respects.*

*Nous remercions également Madame **SAYAH.S** qui nous a fait honneur d'accepter de présider notre jury de mémoire.*

*Nous remercions aussi, Madame **Ammouche. Z** D'avoir accepter d'examiné notre travail et de faire partie de notre jury.*

*Nous remercions **Ms SIAR el Houcine** enseignant à l'INATA de nous avoir guidées et orienter.*

*Nous remercions **M. Boukhata Samir**, le directeur de la fromagerie la campagne d'Akbou, d'avoir bien voulu mettre à notre disposition les moyens et les échantillons nécessaires à la réalisation de cette étude.*

*Nous remercions **M. FATIHA**, la responsable de laboratoire D'unité de recherche - matériaux- procédé et environnement (UR-MPE), faculté des sciences de l'ingénieur, Université Mohamed Bougara, Boumerdès.*

Nous remercions tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce modeste travail.

Table des Matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....1

Chapitre I : Partie bibliographique

1.1. lait et les dérivées du lait

1.1.1. Définition.....2

1.1.1.1. Les caséines.....3

1.1.1.2. Micelles de caséine.....4

1.1.2. Transformation de lait.....4

1.1.2.1. Technologie de fromage.....4

1.1.3. Types de fromage.....6

1.1.3.1. Fromage frais6

1.1.3.2. Fromage à pâte pressée6

1.1.3.3. Fromage fondu.....6

1.1.3.4. Fromage à pâte molle.....6

1.1.4. Technologie d'un fromage à pâte molle : type camembert.....7

1.1.4.1. Généralités.....7

1.1.4.2. Procédé de fabrication.....8

1.2. Le figuier.

1. 2.1. Généralités.....9

1.2.2. Généralité sur les enzymes d'origine végétale10

1.2.3. Latex.....10

1.2.4. Localisation et caractérisation de la ficine.....10

1.2.5. Utilisation de la ficine.....11

1.3. Propriétés rhéologiques et texturales de fromage

1.3.1. Comportement rhéologique.....11

1.3.1.1. La rhéologie.....11

1.3.1.2. Contrainte12

1.3.1.3. Analyse sensorielle.....12

1.3.2. Méthode d'appréciation de la texture et la rhéologie des fromages.....	12
1.3.2.1. Méthode rhéologique fondamentale.....	13
1.3.2.2. Méthode empirique	13
1.3. 2.3. Méthode imitatives.....	14
1.3.3. Paramètres influençant les propriétés texturale des fromages.....	14
Chapitre II : Matériels et Méthodes	
2.1. Matière première.....	15
2.1.1. La ficine.....	15
2.1.1.1. La récupération de latex.....	15
2.1.1.2. Extraction de latex.....	15
2.1.2. Lait en poudre.....	16
2.2. Caractéristiques de l'extrait enzymatique.....	17
2.2.1. Détermination de l'activité coagulante.....	17
2.2.2. Détermination de la force coagulante.....	17
2.2.3. Détermination de l'activité protéolytique.....	18
2.3. Détermination des conditions optimale de la ficine.....	18
2.3.1. PH optimal.....	18
2.3.2. Température optimal.....	19
2.3.3. Concentration de lait en CaCl ₂	19
2.4. La technologie de fabrication de Camembert au niveau de la fromagerie.....	20
2.5. Caractérisation des fromages fabriqués.....	21
2.5.1.. Détermination d'extrait sec total.....	21
2.5.2. Détermination de pH.....	21
2.6. Caractéristiques organoleptiques et rhéologiques.....	21
2.6.1. Suivi d'évolution de la texture.....	21
2.6.2. Test d'intensité.....	21
2.6.3. Test de viscosité.....	22
Chapitre III :Résultats et Discussions	
3. 1. Caractéristique d'extrait enzymatique.....	23
3.1.1. le rendement.....	23
3.2. Conditions optimales de coagulation.....	24
3.2.1. Effet de pH.....	24

3.2.2. Effet de température.....	25
3.2.3. Effet de la concentration en CaCl ₂	25
3.3. Caractérisation des fromages fabriqués.....	26
3.3.1. pH.....	26
3.3.2. L'extrait sec total.....	27
3.4. Caractéristiques organoleptiques et rhéologiques.....	27
3.4.1. La texture	28
3.4.2. Goût.....	29
3.4.3. Couleur et odeur.....	29
3.4.4. Dispersion dans la bouche.....	29
3.4.5. Test de viscosité.....	29
Conclusion.....	36
Références bibliographiques	37
Annexes	
Résumé	

Liste des figures :

N°	Figures	Pages
1	Micelle et submicelles de caséine	4
2	Diagramme de fabrication du fromage à pâte molle type <i>Camembert (SARL La Vallée)</i>	8
3	Figuier variété Idjaafar	9
4	Collecte de latex	15
5	Latex	15
6	Diagramme d'extraction de l'agent coagulant brut de la ficine	16
7	Lait en poudre	16
8	Diagramme de fabrication au niveau de l'unité fromagerie la Compagne	20
9	Installation de géomètre sur le viscosimètre	22
10	Effet du pH du lait sur l'activité coagulante de l'extrait de ficine	24
11	Effet de la température du lait sur l'activité coagulante de la ficine	25
12	Effet de la concentration de CaCl ₂ sur l'activité coagulante de l'extrait de Ficin	26
13	Profil sensoriel des deux fromages au 1er jour de conservation	28
14	Profil sensoriel des deux fromages au 6ème jour de conservation	28
15	Evolution de la force de la contrainte en fonction de vitesse de cisaillement	30
16	Evaluation de la viscosité en fonction de la vitesse de cisaillement	31

Liste des tableaux :

N°	Intitulé	page
1	Composition moyenne de lait de la vache	2
2	Caractéristiques physicochimiques des caséines	3
3	Caractéristiques de l'extrait brut du latex de <i>Ficus carica</i>	23
4	Paramètre des fromages fabriqués	27

Liste des abréviations :

AA : amino acide

Ag : acide gras

ANOVA : analysis of variance

CaCl₂ : chlorure de calcium

D° : degré Dornic

EST : extrait sec total

F : force

KD : kilo dalton

SRL : société à responsabilité limitée

TCA : acide trichloracétique

U.A.C : unité coagulante

U.P : unité présure

α 1-CN: Caséine α 1

β -CN : Caséine β

γ : vitesse de cisaillement

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, pour s'alimenter, se soigner de toutes sortes de maladies et de transformer certains aliments afin de prolonger leur conservation. Le latex du figuier qui contient la ficine est employé depuis les périodes antiques pour la fabrication des fromages ou comme un antihelminthique (Feijoo-siota *et al.*, 2011).

La présure est l'enzyme la plus anciennement utilisée pour la production de la majorité des fromages. Cette enzyme est extraite à partir de la caillette de veau non sevré (Bornaz *et al.*, 2009 ; Huppertz *et al.*, 2006). Seulement que ces dernières années, des recherches ont été faites sur de nouvelles sources de protéases capables de substituer la présure dans la fabrication des fromages à cause de la pénurie mondiale en présure qui est due essentiellement à une augmentation croissante de la production et de la consommation des fromages. Parmi ces succédanés, les protéases d'origine végétale qui sont très anciennement utilisées dans la préparation de fromages traditionnels, telles que celles provenant de l'artichaut, du chardon et de latex du figuier (Siar, 2014).

La Ficine, est le nom donné pour l'enzyme protéolytique isolée à partir de latex des arbres du genre *Ficus*. Elle appartient à la famille des protéases à cystéine (Azarkan *et al.*, 2011 ; Zare *et al.*, 2013).

Les industries agro-alimentaires attachent une très grande importance à la maîtrise de la qualité des aliments et au développement de nouveaux produits en adéquation avec les exigences du marché, pour cela ils développent de plus en plus des procédés mettant en œuvre des extraits et des principes actifs d'origine naturelle. L'objet de ce travail est l'utilisation de la ficine extraite des figuiers bifères dans la région de Chorfa à bouira appelé Azendjar et Idjaafar. Le figuier est un produit de terroir bien adapté aux montagnes de l'Algérie, nous souhaitons que cette filière développera dans le but de donner aux investisseurs algériens plus de choix pour exploiter la biodisponibilité locale et diminuer les frais d'importation de la présure.

L'objectif du présent travail est de faire la caractérisation et application de la ficine puis étudier les différents paramètres organoleptiques et rhéologiques d'un fromage à pâte molle type camembert obtenu par cette enzyme fabriqué à la SRL «Campagne» situé à Akbou, wilaya de Bejaia.

1.1. lait et les dérivés du lait :

1.1.1. Définition ;

Le lait est un liquide sécrété par les glandes mammaires, sécrété normalement par la femelle pour la nourriture des petits après la mise bas. Le lait le plus utilisé pour l'alimentation humaine, hors le lait de la femme pour les nourrissons, est le lait de vache pour sa composition riche et proche du lait humain (tableau1). D'une manière générale, le lait comprend quatre types de constituants importants qui sont : les lipides, les protides, les glucides, les sels et des constituants mineurs tels que les vitamines et les enzymes.

Tableau 1: composition moyenne de lait de vache selon Christiane Joffin et Jean-Noël Joffin (2003):

Composition	Pour un dm ³
Eau	900 g
Lactose	50 g
Lipides	35 g
Protéine	30 g
Ions minéraux	9 g
Vitamine	Traces
PH	7

L'eau est le constituant le plus important du lait, représentant environ 87 à 88% du poids total du lait. Elle se trouve sous deux formes, sous forme libre (96%) et liée et (4%) sous forme liée. (Luquet, 1985).

Le sucre le plus abondant du lait est le lactose. C'est le constituant majeur de la matière sèche du lait (environ 40%). C'est un disaccharide (Debry, 2001). joue un rôle important, car il est fermenté lors de la fabrication de divers produits laitiers (Mahaut *et al.*, 2003).

La matière grasse (MG) est présente dans le lait sous forme de globules gras de dimension de 0,1 à 10 µm. Essentiellement constituée de triglycérides (98%), phospholipides (1%) et d'une fraction insaponifiable (1%) constituée en grande partie de cholestérol et de β-carotène (Vignola, 2002).

Les protéines du lait peuvent être divisées en deux classes selon leurs solubilité à pH 4.6, les protéines insoluble à pH 4.6 s'appellent les caséines et les protéines solubles à pH 4.6 sont les protéines de sérum ou les protéines de petit lait (Huppertz *et al.*, 2006).

1.1.1.1. caséines :

Les caséines sont les principales protéines du lait de vache qui représentent 80% des protéines totales du lait. (Brule *et al.*, 1997; Jeant *et al.*, 2008). La caséine est un complexe protéique phosphoré à caractère acide qui se précipite à pH 4,6 et se compose de quatre protéines majeures dont les caractéristiques sont détaillées dans le tableau 2, les caséines $\alpha 1$, $\alpha 2$, β et κ dont les proportions relatives respectivement sont : 33, 11, 33,11% (Dalglish et corredig, 2012)

Il existe également une caséine γ qui est formée par l'hydrolyse de la caséine β par le plasmide. (Vignola, 2002).

Les propriétés des caséines sont hydrophobes et ont une charge relativement élevée et contiennent beaucoup de la proline et peu de résidus de cystéine (Huppertz *et al.*, 2006).

Ces protéines possèdent un certain nombre de caractères communs, la présence de phosphore sous forme de groupements phosphoséryles, leur richesse en certains acides amines (glu, leu, pro) et la forte proportion de résidus apolaires (Mahaut *et al.*, 2003). Ces caractéristiques sont représentées dans le (tableau 2).

Tableau 2: caractéristiques physicochimiques des caséines :

caséines propriétés	$\alpha 1$	$\alpha 2$	B	K
Résidus d'acides aminés	199	207	209	169
Poids moléculaire (Da)	23615	25226	24023	19037
Résidus cystéine	0	2	0	2
Résidus phosphosérine	8-9	10-13	5	1-2
Sensibilité au Ca 2+	++	+++	+	-
Sensibilité a la chymosine	-	-	+	+++
Charge à pH 6,6	-21	-15	-12	-3

(Croguennec *et al.*, 2008).

1.1.1.2. Micelles de caséine :

La micelle de caséine représentée dans la figure 1 est une particule sphérique d'environ 180 nm constituée de submicelles de 8 à 20 nm, elle est très hydratée (2 à 4 g d'eau par g de protéine) et 7% environ de son extrait sec est composé de sels (phosphate, calcium, magnésium, citrate dans l'espace inter-submicelle (Debry, 2001).

Les submicelles pourraient être constituées d'environ 10 molécules des 4 caséines en proportion variables. Les submicelles les plus riches en caséines κ sont situées en surface de la micelle, ce qui la stabilise (Debry, 2001) La stabilité des micelles peut s'expliquer par des répulsions électrostatiques qui s'opposent à leur agrégation, par la forte proportion (Mahaut *et al*, 2003)

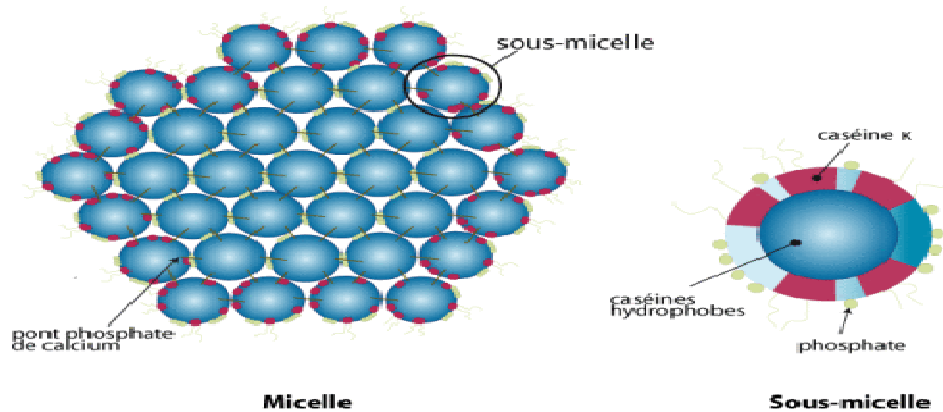


Figure1 : Micelle et submicelles de caséine (Vignola., 2002).

1.1.2. Transformation de lait :

Le lait peut être transformé, par des actions enzymatiques ou microbiennes, en produits ayant acquis de nouvelles qualités alimentaires et organoleptiques et présentant une conservation accrue, tel que; yaourt, beurre, fromage (Guiraud, 1998).

1.1.2.1. Technologie du fromage :

La fabrication du fromage comprend trois étapes :

- Coagulation ou formation du gel ou coagulum.
- Egouttage ou déshydratation du gel aboutissant à un caillé.
- Affinage ou digestion enzymatique du caillé.

Cette dernière étape n'existe pas dans le cas des fromages frais consommés après égouttage. Ces trois étapes sont généralement précédées d'une phase préalable de préparation du lait (Adrian *et* Lepen., 1987).

➤ **Préparation du lait :**

Le lait de vache destiné à la fabrication du camembert subit un premier traitement thermique à 65-72 C° pendant 20 secondes, il estensemencé par des ferments lactiques mésophiles à 12-15 C° pendant 15-20 heures, le lait estensemencé par de ferments lactiques, cetensemencement s'accompagne d'une addition de chlorure de calcium. Le temps de maturation dure 1-2 heures(Larpent 1996).

➤ **Coagulation du lait :**

Le lait mûré est emprésuré à raison de 20 à 25, voire 30 ml de présure pour 100 litres de lait. Son acidité est alors de 18 – 20 D°, soit un pH de 6,3 – 6,4. Le temps total de coagulation va de 30 à 45 minutes pour des temps de prise courts (7 à 8 minutes) (Larpent., 1996).

➤ **Egouttage :**

Il commence par le découpage ou tranchage du coagulum en cubes de 2 à 2,5 cm Le sérum libéré titre environ 14-16D°.Le caillé subit ainsi un « pré-égouttage » sous sérum, appelé aussi «phase de synérèse » puis c'est le moulage après qu'une partie du sérum exsudé soit éliminée (30 à 40 %), le sérum titre 16 à 18D°. (Pernod, 1987).

Le caillé va continuer à s'égoutter dans les moules pendant une vingtaine d'heures avec 3 à 4 retournement dans la salle d'égouttage. Les ferments lactiques, très actifs, entraînent une acidification poussé qui déminéralise le caillé. Le démoulage est effectué, en général, le lendemain de la fabrication 24h.

➤ **Salage :**

Les fromages, après démoulage, sont disposés sur des claies et trempés dans le bain de saumure. La température du bain de saumure est de : 15 – 16 °C. La teneur en sel du fromage généralement comprise entre 1,7 et 2%. Puis l'ensemencement en *Penicillium camembertii* (la moisissure blanche) par pulvérisation sur les fromages de spores en suspension dans l'eau distillée.

➤ **Affinage :**

Les fromages salés sont conduits d'abords dans la salle de ressuyage, où ils séjournent 24 heures à 14 – 15 °C et avec une hygrométrie de 85 – 88 %, pour assurer le

séchage de la croûte. L'affinage se déroule ensuite dans des « Hâloirs » maintenus entre 12–13 °C avec une humidité relative de l'ordre de 95 %.

Au bout de 3 à 4 jours apparaît le *Penicillium* qui commence la désacidification et neutralise la pâte, Les fromages séjournent 8 à 9 jours au hâloir (Luquet., 1985).

1.1.3. Types de fromage :

1.1.3.1. Fromages frais :

Les fromages frais sont des fromages à égouttage lent, obtenus par centrifugation ou filtration, Leur humidité est élevée (70 à 75 %). Ils subissent essentiellement une fermentation lactique et ne sont pas affinés. Ils sont obtenus avec des laits pasteurisés et sont conservés au froid (Guiraud, 1998).

1.1.3.2. Fromages à pâte pressée :

Ce sont des fromages obtenus par action de la présure, qui subissent un affinage après la fermentation lactique, et qui sont obtenus par égouttage avec découpage du caillé, brassage, et pression (Guiraud, 1998).

Leur humidité est moyenne (45 à 50% pour les pâtes non cuites) ou faible (35 à 40) pour les pâtes cuites ou très brassées). Leur conservation est améliorée par le froid.

On distingue d'après (Guiraud, 1998) :

- Fromages à pâte ferme non cuite (pâte pressée et broyée) exemple :Cantal ;
- Fromages à pâte pressée non cuite et à croûte moisie exemple Saint Nectaire, Tomme de Savoie.
- Fromages à pâte pressée non cuite et à croûte artificielle exemple : Edam.
- Fromages à pâte pressée cuite avec ouverture exemple : Emmenthal, Comté.
- Fromages à pâte pressée cuite sans ouvertures.
- Fromages à pâte pressée très dure, très brassés exemple : Cheddar

1.1.3.3. Fromages fondus :

Il s'agit de préparations issues de la fonte de fromages généralement à pâte pressée aux quelles il est ajouté éventuellement du lait en poudre, du beurre, de la crème, de la caséine, et parfois des aromates, on moule à chaud, on refroidit brusquement et on passe au conditionnement : fromage à tartiner (Apfelbaum *et al.*, 1995).

1.1.3. 4. Fromages à pâte molle :

La grande gamme de fromages français à pâte molle s'explique par la diversité des conduites d'affinage et par l'emploi de schémas techniques très variés. Ils conduisent à l'obtention de caillés relativement " lactiques " tels que le Brie de Melun, à des caillés de "caractère présure " tels que le Pont- d'Évêque, en passant par un ensemble d'intermédiaires

tels que les camemberts qui représentent 50% des pâtes molles fabriquées en France. (Larpen, 1996).

Ces fromages subissent un affinage après la fermentation lactique, mais dont la pâte n'est ni cuite ni pressée : l'égouttage est lent et réalisé par un simple découpage et éventuellement un brassage. Leur humidité est moyenne (50 à 55%). Leur conservation est améliorée par le froid. Trois types de fromages à pâte molle existent :

- Fromages à croûte lavée : Livarot, Maroilles, Mont d'Or, Munster, pont d'évêque Époisses, Langres (Larpen., 1996)

- Fromages à pâte molle persillées (à moisissures internes). comme le roquefort et autres " Bleus ".

- Fromages à croûte fleurie : Camembert et fromage assimilés, Brie et coulommiers, Carré de l'Est (Guiraud, 1998).

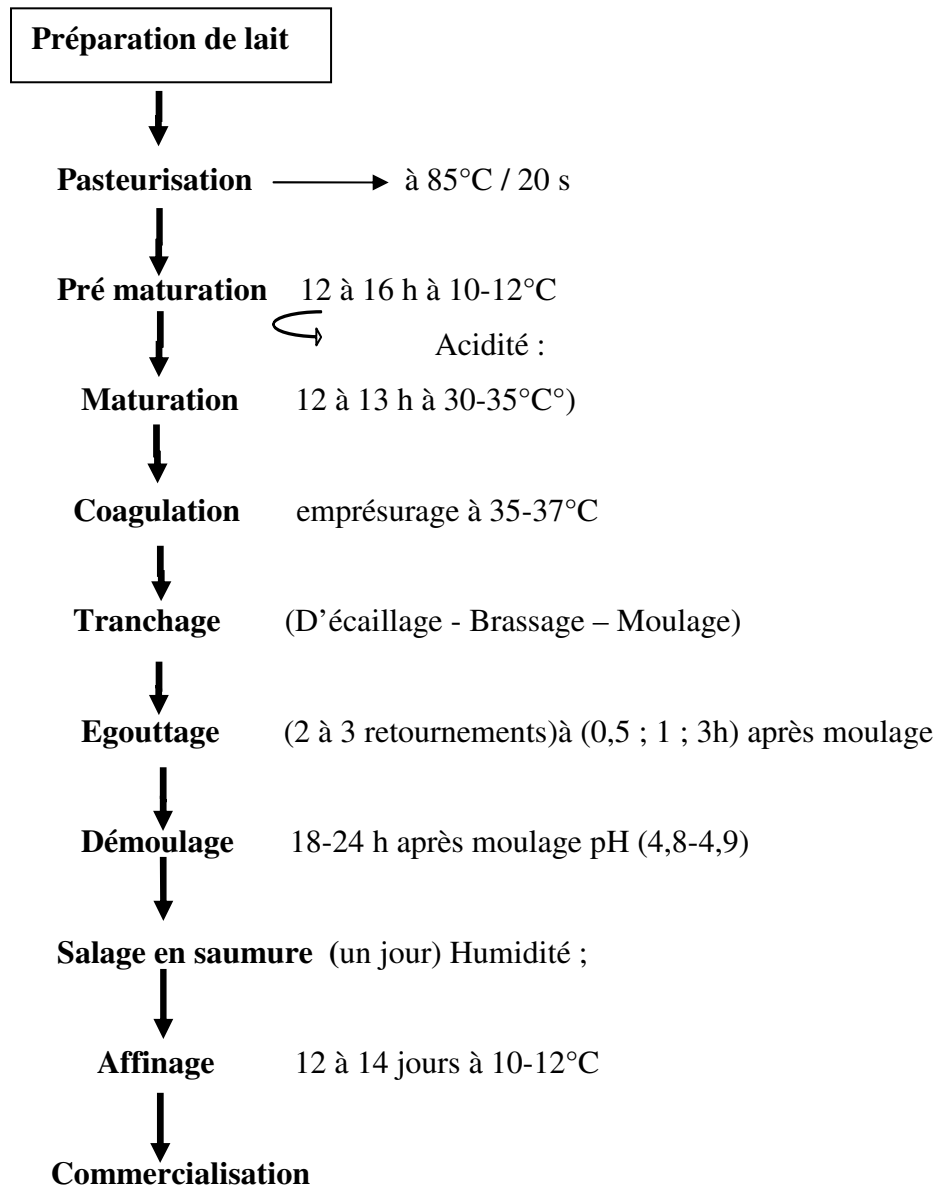
1.1.4. Technologie d'un fromage à pâte molle : type Camembert

1.1.4.1. Généralités :

Le Camembert est un fromage à pâte molle, affiné en surface, principalement par des moisissures, conformément à la norme générale pour le fromage (CODEX STAN, 2010). qui se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceaux dit cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle (lorsqu'on appuie dessus avec le pouce) mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage. Une croûte molle, entièrement recouverte des moisissures blanches.

1.1.4.2. Procédé de fabrication :

La figure 2 représente le diagramme de fabrication de camembert.



**Figure 2: Diagramme de fabrication du fromage à pâte molle type *Camembert*.
(SRL la vallée)**

1.2. Le figuier :

1.2.1. Généralités :

Le figuier dont le nom botanique *Ficus carica* L, appartient, comme le mûrier, à la famille des moracées, est un arbre à feuilles caduques, caractérisée par la présence de latex blanc sur toutes ses parties.

Parmi les 700 espèces que compte le genre *Ficus*, le (*Ficus carica*). C'est le seul qui soit cultivé en zone tempérée. Tous les autre *Ficus* poussent en zones tropicales ou subtropicales.

Plus récemment, sa distribution s'est élargie après l'importation de sa culture en chine par les perses au VII^e siècle, puis sur le continent American, par les Espagnols, au XVI^e siècle. (Pierre Baud 1997)

Le figuier est une espèce de grande importance commerciale (Oliveira *et al.*, 2010). Il est cultivé surtout pour ses fruits qui sont une excellente source de minéraux, de vitamines, de fibres alimentaires et d'acides aminés (Veberic *et al.*, 2008 ; Solomon *et al.*, 2006).

Traditionnellement, les figues sont utilisées pour leurs vertus médicinales comme remèdes laxatifs, cardiovasculaires, respiratoires et anti-inflammatoire (GUARRERA, 2005, BABY et RAJ, 2001)



Figure 3 : Fiquier de variété Idjaafar (original)

Du point de vue systématique, la classification botanique du figuier comme décrite par Gaussen *et al.*, (1982) ; Baby *et al.*,(2011) est la suivante :

Règne	Végétal
Embranchement	Phanérogames
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Hamamélidées
Série	Apétales unisexuées
Ordre	Urticales
Famille	<i>Moracées</i>
Genre	<i>Ficus</i>
Espèce	<i>Ficus carica</i> L.

1.2.2. Généralités sur les enzymes d'origine végétale :

Certains végétaux ont la propriété de faire cailler le lait et remplacent la présure d'origine animale. Plusieurs plantes renferment des coagulants telles que la ficine provenant du figuier, la papaïne issu de papayer et la bromélaïne issu du l'ananas (Eck et Gillis., 1997).

1.2.3. Latex :

Le latex est un liquide visqueux de couleur blanche, il est distribué dans toute la plante (Kim *et al.*,2003). Ce matériel contient divers métabolites secondaires comme les composés phénoliques et des protéines à savoir les protéases à cystéine (Agrawal et Konno., 2004).

Le latex est constitué de : caoutchouc, résine, albumine, sucre et acide malique, enzymes protéolytiques, diastase, estérase, lipase, catalase et peroxydase (Baby et Raj, 2011). Traditionnellement, il est utilisé dans le traitement de la goutte, des ulcères et des verrues (Lansky, 2008 ; Oliveira *et al.*, 2010).

1.2.4. Localisation et caractéristiques de la Ficine :

Il est connu depuis longtemps que le latex contient une activité protéolytique. Le nom ficine a été inventé par Robbins (1930). Ficine, est le nom donné pour l'enzyme protéolytique isolée à partir de latex des arbres du genre *Ficus*.

Le poids moléculaire de la ficine purifiée est compris entre 20 et 35 KDa. Selon (Devaraj *et al.*,2008) .

La ficine est composée de 210 résidus d'acides aminés. Son site actif est constitué de deux acides aminés qui sont la cystéine (Cys- 25) et l'histidine (His-159) (Katsaros *et al.*,2009 ; Feijoo-Siota *et al.*, 2011).

La ficine présente une grande stabilité thermique. Sa température d'activité est comprise entre 67 et 77°C (Nassar *et al.*, 1987). L'activité maximale de la ficine est obtenue dans une gamme de pH de 5 à 8,5 a évalué le pH optimal de coagulation à 5 (Fadyloglu., 2001).

1.2.5. Utilisation de la ficine :

Les protéases végétales ont été employées depuis les périodes antiques. On indique Que le latex du figuier est utilisé pour la fabrication du fromage et comme un antihelminthique (Nouani *et al.*, 2009 ;Shah *et al.*,2014).

Dans le secteur de la brasserie et afin d'obtenir de bonnes propriétés colloïdales à de basses températures (Jones, 2005). Ou dans le domaine pharmaceutique (Feijoo-Siota *et al.*,2011 ; Azarkane *et al.*, 2011). La ficine est aussi utilisée pour l'attendrissement de la viande (Grzonka *et al.*, 2007 ; Payne, 2009).

Selon ONER et AKAR, (1993), la ficine peut remplacer avec succès la chymosine dans la fabrication de fromage Gaziantep. Traditionnellement, dans les montagnes d'Algérie, particulièrement la Kabylie, le latex de figuier (ficine brute) est utilisé comme agent coagulant pour la préparation d'un fromage connu sous le nom *AGUGLI* ou *IGUISSI* selon la région.

1.3. Propriétés rhéologiques et texturales de fromage :

1.3.1. Comportement rhéologique :

1.3.1.1. Rhéologie :

La science des relations entre les contraintes et les déformations d'un élément de volume (Couarraze *et al.*, 2000. Grossiord *et al* 2002).

La rhéologie science de déformation de la matière, classe habituellement les effets de l'application d'une contrainte en quatre catégories élémentaires :

- Déformation réversible instantanément : élasticité
- Déformation réversible, mais dépendant du temps : élasticité retardée
- Ecoulement dépendant de la force appliquée : viscosité
- Déformation permanente à partir d'un certain seuil de contrainte : plasticité. (Eck A., Gilis J., 1997).

Selon Roudot, (2002) la consistance d'un fromage est décrite à partir d'un ensemble des paramètres rhéologiques de sens physique précis : module d'élasticité,

viscosité et temps de relaxation. De son étude réalisée sur divers fromages, il conclue, qu'en général, le fromage est un corps viscoplast-oélastique, car lorsqu'il est soumis à une contrainte (pression d'un pouce, pénétration par une aiguille, cisaillement par un couteau, etc.), il présente une combinaison de déformation élémentaire relevant de l'élasticité, de la viscosité et de la plasticité. Ce comportement peut être différent d'un fromage à un autre selon l'importance et le type de contrainte imposée. De ce fait, on peut dire que chaque fromage, à un instant donné de son affinage, constitue une entité rhéologique et que de nombreux paramètres sont susceptibles de modifier son comportement (Hardy et Scher, 1997).

1.3.1.2. Contrainte (stress) :

La contrainte est définie comme la force de cisaillement rapportée à l'unité de surface de la couche considéré (Bourne, 2002).

La texture d'un fromage est un paramètre important pour son classement et l'appréciation de sa qualité organoleptique. L'évaluation des propriétés texturales des fromages peut être faite par deux méthodes : une méthode sensorielle et des méthodes objectives ou encore méthodes instrument Hennequin (1993).

1.3.1.3. Analyse sensorielle :

Par définition l'analyse sensorielle consiste à évaluer les propriétés organoleptiques des produits par les organes de sens. Les caractéristiques organoleptiques des fromages comportent : l'apparence, la texture, et l'ensemble des sensations olfactogustatives (soit les odeurs, les arômes, les saveurs et les sensations trigéminales). L'aspect d'un fromage, sa couleur, son odeur, sa consistance, sa saveur, son arôme stimulant les sens ; de la vue, de l'ouï, du toucher, de l'odorat et du goût et provoquant des réactions plus ou moins vives d'acceptation ou de rejet. Ce sont ces différentes propriétés des fromages qui déterminent une meilleure approche de la classification des fromages selon (Chambers *et al.*, 2005).

En complément et selon l'étude Barcenas *et al.*, (2005), l'analyse sensorielle est un outil important qui permet la différenciation de fromages de différents laits et principalement ceux d'appellation protégées. Elle peut être un moyen de classification des fromages.

1.3.2. Méthodes d'appréciation de la texture et de la rhéologie des fromages :

L'étude de la relation entre la composition et la structure d'un aliment nécessite des étapes successives soit :

- Composition
- Structure

- Propriétés mécaniques (rhéologie)
- Texture
- Qualité organoleptique.

De ce fait la mesure des propriétés mécaniques fondamentales est surtout essentielle pour la compréhension de la structure de l'aliment alors que les mesures texturales sont utiles pour quantifier la qualité organoleptique (Hardy et Scher, 1997).

Dans la rhéologie fondamentale les techniques sont basées sur l'application d'une contrainte sur un échantillon et l'observation du comportement ou la déformation de ce dernier en fonction du temps. Cependant les caractéristiques texturales des fromages sont mesurées aux moyens de tests empiriques simples comme les méthodes de la pénétration et aussi aux tests imitatifs de la mastication. Ces dernières méthodes visent à reproduire de manière partielle le processus de mastication. Différents équipements sont proposés pour définir « Profil de la Texture » des fromages, permettant de décrire à partir d'un seul test un ensemble de paramètres texturaux pouvant être reliés à des caractéristiques sensorielles (Bourne, 2002). Ce test permet de comparer des échantillons de fromages soumis à des conditions identiques (Solís-Méndez *et al.*, 2013).

1.3.2.1. Méthodes rhéologiques fondamentales :

Il existe deux techniques de base permettant de préciser les propriétés mécaniques d'un produit.

Dans la première, dite expérience de fluage, s'applique sur un échantillon de dimensions bien définies une force constante et l'expérimentateur suit les variations de la déformation en fonction du temps. Après un temps déterminé, la contrainte peut être brutalement annulée et on continue de suivre les variations de la déformation résiduelle (recouvrance).

Dans la seconde, dite expérience de relaxation, c'est au contraire la déformation qui est brutalement amenée à une valeur constante et on suit les variations de la contrainte en fonction du temps.

Le dépouillement mathématique de courbes obtenues permet de calculer diverses grandeurs physiques telles que; viscosité, temps de relaxation, viscosité structurale, etc.

1.3.2.2. Méthodes empiriques :

- Les caractéristiques texturales des fromages ont souvent été mesurées au moyen de tests simples en utilisant des appareils très divers simulant de près ou de loin certaines

techniques d'appréciation sensorielle. On peut les classer en cinq catégories principales (Eck A., Gilis J., 1997) :

- Les méthodes de compression
- Les méthodes d'extrusion
- Les méthodes de cisaillement
- Les méthodes de pénétration
- Les méthodes de tranchage

Les paramètres évalués par ces différentes méthodes sont nommés, selon les cas, dureté, fermeté, souplesse, friabilité, consistance, etc.

1.3.2.3. Méthodes imitatives :

Ces méthodes visent à reproduire de manière partielle le processus de mastication. dans cette optique, un certain nombre d'équipements ont été utilisés pour définir un « profil de texture » des fromages, permettant de décrire à partir d'un seul test un ensemble de paramètres texturaux pouvant être reliés à des caractéristiques sensorielles.

Quatre instruments sont principalement utilisés : le masticomètre de Drake, le texturomètre développé par General Foods Corporation, l'Ottawa Texture Measuring system et les machines d'essais universelles (type Instron, Stevens, Rheo, etc.) ces dernières sont actuellement les plus utilisées pour déterminer un profil de texture.

Fondamentalement, une machine d'essai est susceptible d'appliquer une contrainte à l'aide d'une sonde sur un échantillon de produit dans des conditions de (températures et d'hygrométrie) parfaitement définies. ((Eck A., Gilis J., 1997).

1.3.3. Paramètres influençant les propriétés texturales des fromages :

Hennequin et Hardy (1997). Selon une étude portant sur onze variétés de fromages américains ont montré l'influence de diverses variables relatives à la composition : ainsi, la contribution texturale des variables indépendantes suivrait la séquence ; (teneur en protéines, teneur en sel, teneur en eau, pH, teneur en matière grasse.)

Ils ont montrés que le pH et l'extrait sec total. Sont les deux variables qui agissent le plus sur la fermeté de fromages de type « pâte molle » (André *et al* 1997).

Ce travail est réalisé en deux parties une au niveau de laboratoire de L'INATA à Constantine et l'autre à la fromagerie la Compagne, Akbou wilaya de Bejaia.

Il s'articulera autour des points suivants :

- Extraction de l'enzyme;
- Caractérisation de la ficine ;
- Fabrication et caractérisation du fromage
- Étudier les différents paramètres organoleptiques et rhéologiques d'un fromage à pâte molle type camembert obtenu par cette enzyme

2.1. Matière première :

2.1.1. La ficine :

2.1.1.1 Récupération de latex :

La matière première végétale utilisée est le latex qui est un liquide blanc visqueux récolté à partir des feuilles et de fruits du figuier quand elles sont séparées des tiges. Les variétés sur lesquelles le latex est prélevé sont bifères ; leurs appellations locales sont : Idjaafar et Azendjar (figure 4).

Il est récupéré dans des tubes propres et bien fermés (figure 5) pour prévenir l'oxydation des constituants ainsi que la prise en masse des gommages de latex. Une fois le latex récupéré il est congelé aussi tôt. Sa transportation au laboratoire se fait dans une glacière.

2.1.1.2. Extraction de la ficine :

Le latex est soumis à une centrifugation de 3600 g pendant 15 min à une température de 4°C, pour l'élimination de la gomme (Mamoru. *et al.*, 1974 Low *et al.*, 2006 ; Nouani *et al.*, 2009). Le surnageant, qui contient l'extrait brut de l'enzyme, est récupéré et maintenu à -18° C jusqu'à son utilisation (annexe 01).



Figure 4 : collecte de latex (original)

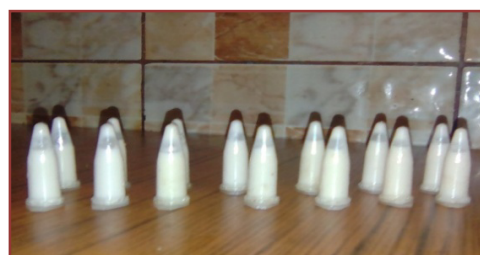


Figure 5 : Latex (original)

Les étapes d'obtention de l'extrait enzymatique sont présentées dans la figure 6

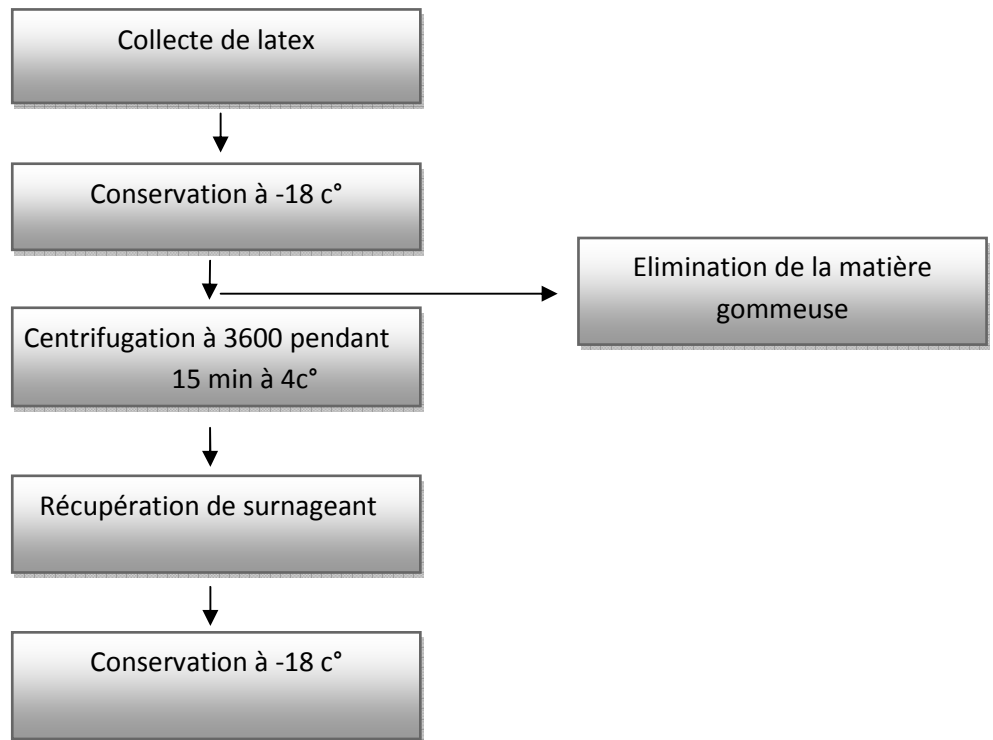


Figure 6 : Diagramme d'obtention de l'agent coagulant brut de la Ficine

$$\text{Rdt} = \frac{\text{L'extrait brut} \times 100}{\text{Latex}}$$

2.1.2. Lait en poudre :

Le lait utilisé est pasteurisé, déshydraté et concentré à 40 - 55% de matière sèche, il est utilisé dans l'industrie fromagère comme un ingrédient de bonnes propriétés nutritionnelles, riche en protéine 23% , et contient 26% de matières grasses, du Nord de Ireland, Cette poudre est importée par l'ONIL-Algérie (Office National Interprofessionnel du Lait)



Figure 7 : Lait en poudre (original)

2.2. Caractérisation de l'extrait enzymatique :

2.2.1. Détermination de l'activité coagulante (temps de floculation) :

L'activité coagulante s'exprime par la rapidité avec laquelle l'enzyme coagule le lait, elle est déterminée par mesure du temps de floculation selon la méthode de Berridge (Libouga *et al.*, 2006).

Le temps de floculation détermine l'intervalle de temps compris entre l'addition de l'extrait enzymatique et l'apparition des premiers flocons de caséines visible à l'œil nu

L'unité d'activité coagulante (U.A.C) ou l'unité présure (U.P) est définie par la quantité d'enzyme contenue dans 1 ml de la solution enzymatique qui peut coaguler 10 ml de lait (substrat standard de Berridge) en 100 sec à 30°C (RAMET, 1997).L'activité coagulante est calculée par la formule suivante :

$$U.A.C = 10.V/T.V'$$

Où : **V** : volume du lait ;
V' : volume de l'extrait enzymatique ;
T : temps de floculation (en seconde).

2.2.2. Détermination de la force coagulante :

Selon Nouani *et al.*, (2009). L'activité coagulante peut être également exprimé par la force coagulante, cette force défini le volume de lait coagulé par unité de volume de l'extrait enzymatique ou d'une enzyme en 40 min à 35°C.

La force coagulante est exprimée par la formule suivante : $F = 2400.V/T.v$

F : force de l'enzyme ;
V : volume du lait ajusté (pH = 6,4, T° = 35°C) ;
v : volume de la solution enzymatique ;
T : temps de coagulation du lait (en secondes) ;
Temps standard du test = 2400 secondes (40 min).

Nous avons procédé de la même manière que pour la détermination de l'activité coagulante. Le temps de coagulation correspond au temps qui sépare le moment de l'emprésurage et la formation de gel.

2.2.3. Détermination de l'activité protéolytique :

L'activité protéolytique de l'extrait enzymatique est déterminée selon la méthode de (Green et Stackpole 1975). Cette mesure permet d'évaluer le taux de dégradation du substrat (caséine) par l'enzyme pendant la phase primaire (phase enzymatique).

Nous avons mesuré la concentration des produits d'hydrolyse de la caséine solubles dans l'acide trichloracétique (TCA) à 12% concentration finale. L'addition de TCA dans le milieu réactionnel stoppe la réaction et une filtration permet de séparer le précipité de caséine et les produits d'hydrolyse solubles. Les résultats s'expriment en μg d'équivalente tyrosine par ml d'extrait enzymatique par référence à une courbe d'étalonnage établi à partir de concentration en tyrosine variant de 10 à 100 $\mu\text{g}/\text{m}$.

Mode opératoire :

- Caséine 1% (pH 7)
- 1ml des caséines plus 100 μl de l'extrait enzymatique dilué (37 $^{\circ}\text{C}$ /1h).
- Ajouter 1 ml TCA à 24% (12% concentration final).
- Centrifugation 6000 g/ 30 min à 4 $^{\circ}\text{C}$.
- Dosage des produits d'hydrolyses par méthode de Bradford.

2.3. Détermination des conditions optimales d'activité de la ficine :

Pour mieux caractériser le profil coagulant de la ficine, nous avons procédé à l'étude de la variation du temps de floculation en fonction des variations des facteurs du milieu réactionnel (pH, température et concentration en CaCl_2).

2.3.1. pH optimal :

Le pH a une forte influence sur l'activité enzymatique et par conséquent sur le temps de floculation du lait (Huppertz *et al.* 2006). Pour étudier l'effet du pH sur l'activité coagulante de l'extrait enzymatique, le pH du lait (substrat de Berridge) est ajusté aux valeurs suivantes: 5 ; 5,5 ; 6,0 ; 6,5 ; 7,0 ; 7,5 par addition d'une solution d'HCl 1N ou de NaOH 1N.

Le choix de cet intervalle de pH est basé sur le fait qu'à des valeurs de pH inférieur à 5 la coagulation peut devenir une coagulation acide. L'augmentation du pH à des valeurs supérieures à 7,5 peut provoquer l'inactivation de la protéase employée. L'activité coagulante est mesurée pour chaque valeur de pH en U.A.C. /ml (Siar, 2014).

Préparation de la solution :

- Peser 12 g de poudre de lait écrémé, ajouter 90ml de solution CaCl_2 à 0.01 M et compléter avec l'eau distillé jusqu'à 100ml.

- changer le pH avec l'addition de 1 M HCl ou 1 M NaOH pour obtenir des valeurs de pH 5 ; 5.5 ; 6 ; 6.5 ; 7.

2.3.2. Température optimale :

L'influence de la température d'incubation du lait sur l'activité coagulante de l'extrait enzymatique est déterminée dans un intervalle de température allant de 30 à 80 °C en fixant la température aux valeurs suivantes : 30 ; 35 ; 40 ; 45 ; 50 ; 55 ; 60 ; 65 ; 70 ; 75 ; 80. Le choix de ces températures est justifié par le fait que la coagulation du lait en fromagerie s'effectue à des températures supérieures à 30°C, mais à partir de 70°C l'extrait enzymatique risque d'être inactivé (Ramet, 1985).

Pour les extraits d'origine végétale, cette température est insuffisante pour les inactiver (thermorésistantes) ce qui nous a poussé à utiliser des températures plus élevées pour déterminer l'optimum d'activité (Siar, 2014). L'activité coagulante mesurée pour chaque valeur de température est donnée par la moyenne de trois essais répétés et tous les essais sont réalisés dans les mêmes conditions de pH et de concentration en CaCl₂.

2.3.3. Concentration du lait en CaCl₂ :

Afin de déterminer la concentration en CaCl₂ qui permet d'obtenir le meilleur temps de floculation, nous avons fait varier les concentrations de lait en CaCl₂ dans la gamme suivante: 0,005 M, 0,01 M, 0,02 M, 0,03 M, 0,04 M et 0,05 M (Siar 2014).

2.4. La technologie de fabrication de Camembert au niveau de la fromagerie la Compagne:

La figure 08 présente le diagramme de fabrication au niveau de la fromagerie la Compagne.

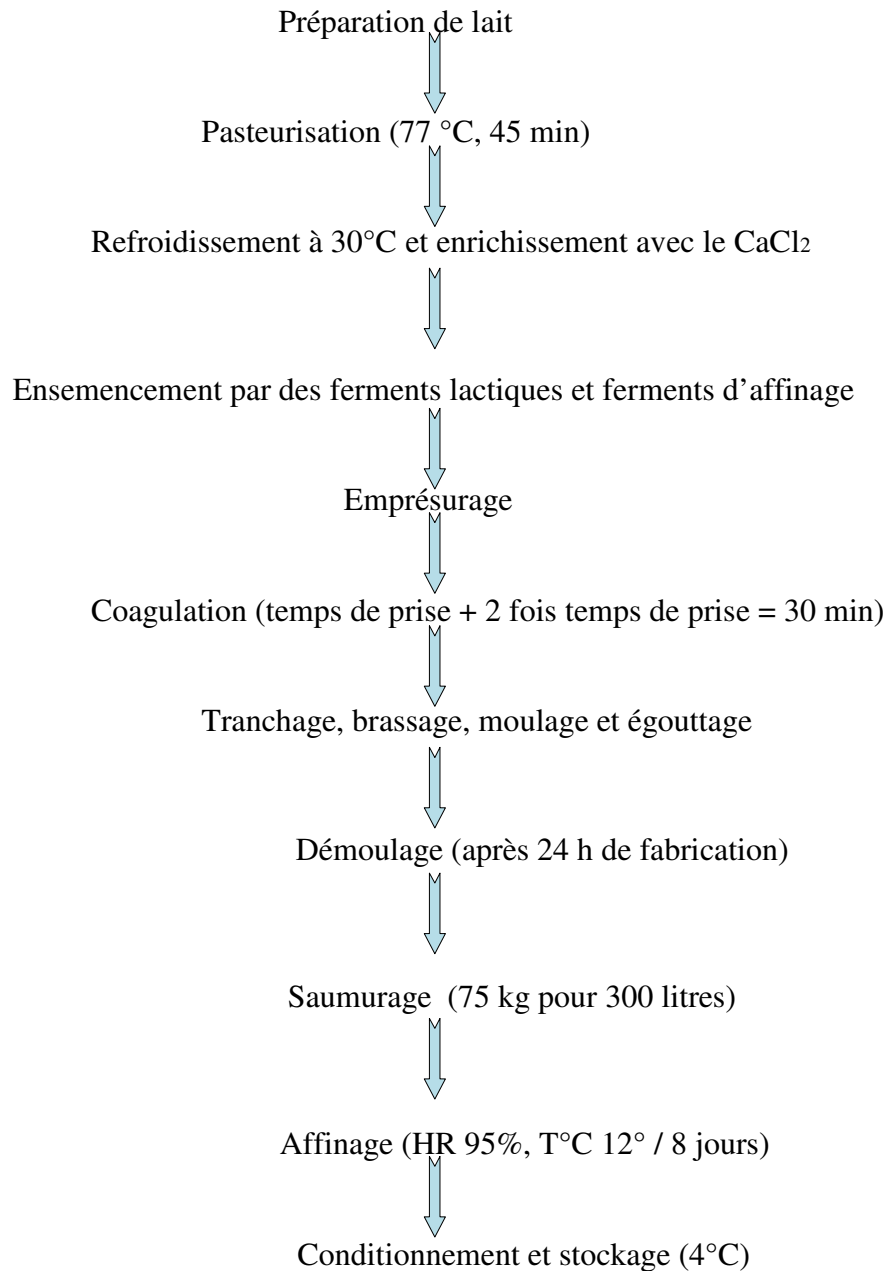


Figure 8 : Diagramme de fabrication au niveau de la fromagerie la Compagne

Remarque :

Pour l'emprésurage, nous avons utilisé la présure microbienne pour les fromages témoins et nous avons séparées 50 litres de lait avant de mettre la présure et nous avons met à sa place la Ficine (5 ml pour 50 litres).

Annexe 2 représente les étapes de fabrication au niveau de unité la compagne.

2.5. Caractérisation des fromages fabriqués :

Après obtention du fromage celui-ci est soumis à un certain nombre d'analyse physicochimique, un suivi de la texture ainsi que les caractères organoleptiques.

2.5.1. Détermination de l'extrait sec total (EST) :

L'extrait sec ou la matière sèche du lait caillé désigne tous ses constituants autres que l'eau. Il doit être au moins égal à l'extrait sec d'un lait normal. La teneur en matière sèche du lait caillé est augmentée par les opérations de poudrage, de sucrage ou de concentration du lait par évaporation (Hermier *et al.*, 1992).

Mode opératoire :

- Peser 3g de l'échantillon (M1) dans une capsule vide (M2) pesée au préalable.
- Laisser la capsule dans une étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ et peser chaque heure jusqu'à la stabilité de poids, jusqu'à l'obtention d'une valeur constante (M3).

Expression des résultats

Calculer l'extrait sec total (EST) par la relation suivante :
$$\text{EST} = \frac{(M3-M2)}{M1} \cdot 100$$

Où : **M1** : La masse de la prise d'essai ;

M2 : La masse de la capsule vide

M3 : La masse de la capsule + M2 séchée.

2.5.2. Détermination de pH :

Diluer le fromage avec l'eau distillée puis mesurer avec le pH mètre.

2.6. Caractéristiques organoleptiques et rhéologiques :

2.6.1. Suivi de l'évolution de la texture :

La texture est évaluée au moyen de techniques instrumentales ou sensorielles, la méthode instrumentale présente l'avantage d'être corrélée à l'analyse tout en étant facile à mettre en œuvre (Laitier *et al.*, 2009).

2.6.2. Test d'intensité :

Au cours de ce test, les dégustateurs doivent noter l'intensité perçue d'une caractéristique sensorielle (attribut) de chaque échantillon codé sur une échelle allant de 1 (faible intensité) à 9 (forte intensité). Les notes de chaque échantillon sont présentées sous forme de tableau et sont établies au moyen de Microsoft Excel 2007 sous forme étoile

d'araignée. Nous avons distribué des fiches de dégustation sur 10 sujets entre étudiants de l'université de Bouira et quelques personnes qui ont des capacités de sens développées.

2.6.3. Test de viscosité :

Le principe de mesure de la viscosité tel que conçu par brookfield (figure8) est d'appliquer une force de mouvement à un produit en rotation.

Mode opératoire :

La viscosité des fromages à pâte molle est mesurée à une température ambiante 25C° après l'affinage.

- le viscosimètre utilisé dans ce test est VT550 avec une géométrie cône plan avec une vitesse de cisaillement de 0 à 500 1/s avec une durée de 3000 s
- Placer le mobile (géomètre cône plan) sur le viscosimètre.
- Placer une petite masse de l'échantillon prélevé au centre sur le support et centrer le par apport au mobile.

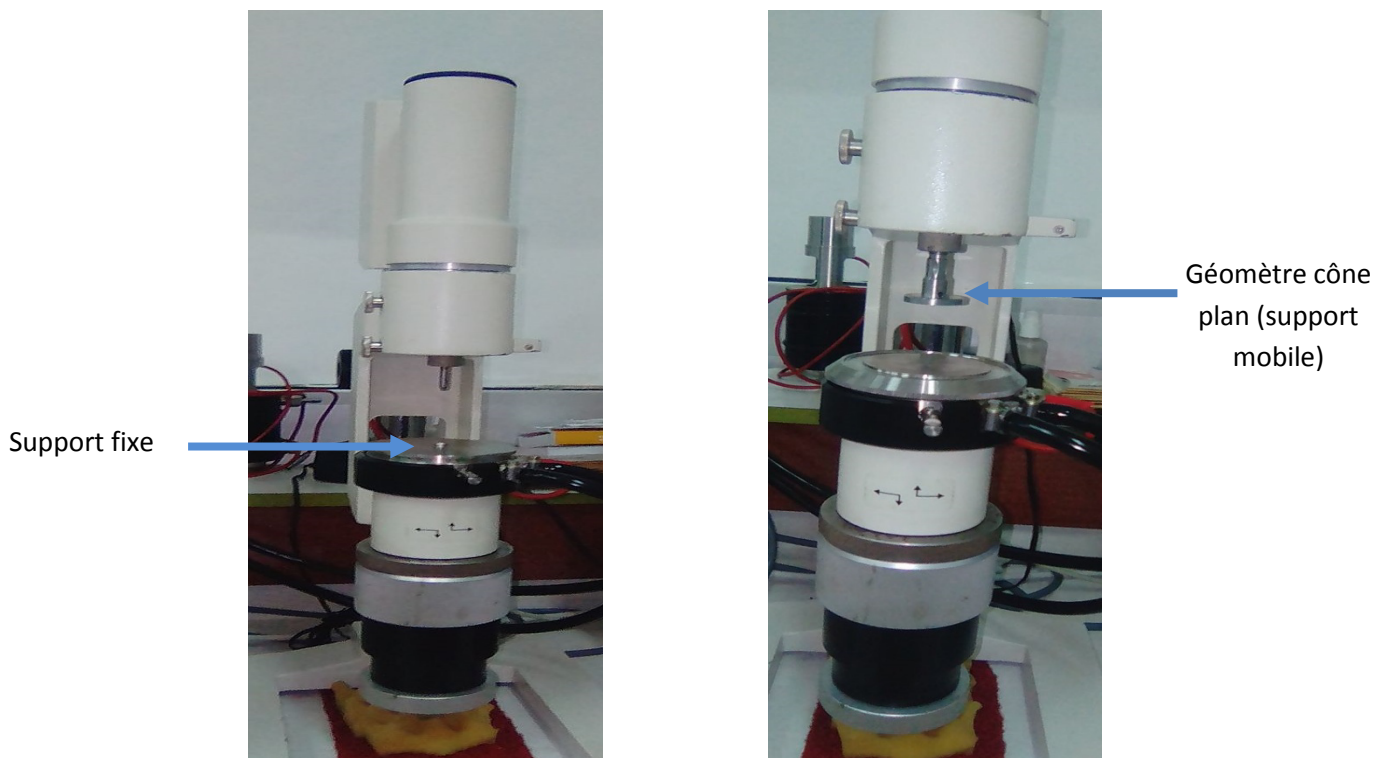


Figure 9 : Installation de géomètre sur le viscosimètre (original)

3.1. Caractéristiques de l'extrait enzymatique :

Dans le tableau 3 on présente les caractéristiques de la ficine extraite du latex de deux variétés du figuier bifère qui est réalisée par centrifugation (3600g pendant 15 min à 4°C).

Tableau 03: Caractéristiques de l'extrait brut du latex de *Ficus carica*

Caractéristiques	Ficine
Rendement (%)	76.19
Activité coagulante (UAC) (UP)	213.675 ± 10.82
Force coagulante	27586.206 ± 18.43
Activité protéolytique (µg/ml)	161.15 ± 21.05

3.1.1. Le rendement :

Le rendement est d'environ 76.19 % après avoir enlevée la matière gommeuse (15 ml de la ficine brute pour 20 ml de latex) ce résultat est similaire à celui trouvé par Bouachrine et Oucheneen 2017 estimé à 75 % et légèrement élevé par rapport à celui obtenu par Siar en 2014, estimé à 71,42%. Cette différence peut être expliquée par la différence de la composition du latex du a l'extraction de l'enzyme dans différentes régions.

Cette enzyme présente une activité coagulante de 213.675± 10.82UP. Cette valeur est supérieure à celle trouvée par Siar (2014) et (Bouachrine et Ouchene en 2017), estimé à 121,09 U.P et 103,458 U.P respectivement et proche de celle trouvée par (Leulmi; 2016). La force coagulante de l'extrait obtenu est 1/27586.206±18.43 donc 1 ml de cet extrait enzymatique peut coaguler environ 27 litres. Cette force est inférieure à celles obtenues par Siar (2014) évaluée à 1/42059.76 et supérieure a celle trouvé par Bouachrine et Ouchene en 2017.

Toutes les enzymes coagulantes qu'elles que soient leur origines animale, végétale ou microbienne, sont capables d'hydrolyser la caséine κ , en provoquant ainsi la coagulation du lait. Toutefois cette condition est suffisante pour l'utilisation de ces enzymes en industrie fromagère (Alais, 1984).Mais pour la production des fromages de qualité, il faut tenir compte de leur grande activité protéolytique non spécifique supplémentaire qui leur donne le pouvoir d'hydrolyser les caséines α et β (Vignola, 2002).Cependant, pour assurer un bon rendement fromager et pour éviter certains défauts de goût et de texture qui peuvent apparaître au niveau des fromages, ces enzymes doivent présentées une faible activité protéolytique.

Pour cela on a étudié l'activité protéolytique de l'extrait brut de la ficine. on a obtenu une valeur de 161.15 ± 21.05 ($\mu\text{g/ml}$) cette valeur est inférieure à celle obtenue par Siar (2014) estimée à 469.7 ($\mu\text{g/ml}$) et supérieure à celle obtenue par (Bouachrine et Ouchene; 2017).et qui est de l'ordre de 139.094 ($\mu\text{g/ml}$), cette activité protéolytique très élevée de la ficine est due à son action non spécifique envers les caséines (α et β) (fox et Mesweeney,1997).

3.2. Conditions optimales de coagulation :

Plusieurs facteurs influencent la coagulation de lait tels que la concentration en enzymes, le pH du lait, la teneur en calcium, la composition en caséines, la dimension des micelles et les traitements préalables du lait (Jeant et *al.*, 2008).Nous avons déterminé l'influence de certains paramètres sur l'activité coagulante de l'extrait de ficine.

3.2.1. Effet du pH :

L'effet du pH sur l'activité coagulante de l'extrait de ficine est étudié en ajustant le pH du lait (substrat de Berridge) aux valeurs de l'intervalle entre 5 à 7. La température d'incubation est fixée à 30 C° , et la concentration en CaCl_2 est de $0,01\text{M}$.

Le pH optimal de coagulation du lait est déterminé par observation du temps de floculation le plus court. La figure 10 donne l'évolution de l'activité coagulante de l'extrait enzymatique étudié en fonction du pH du lait.

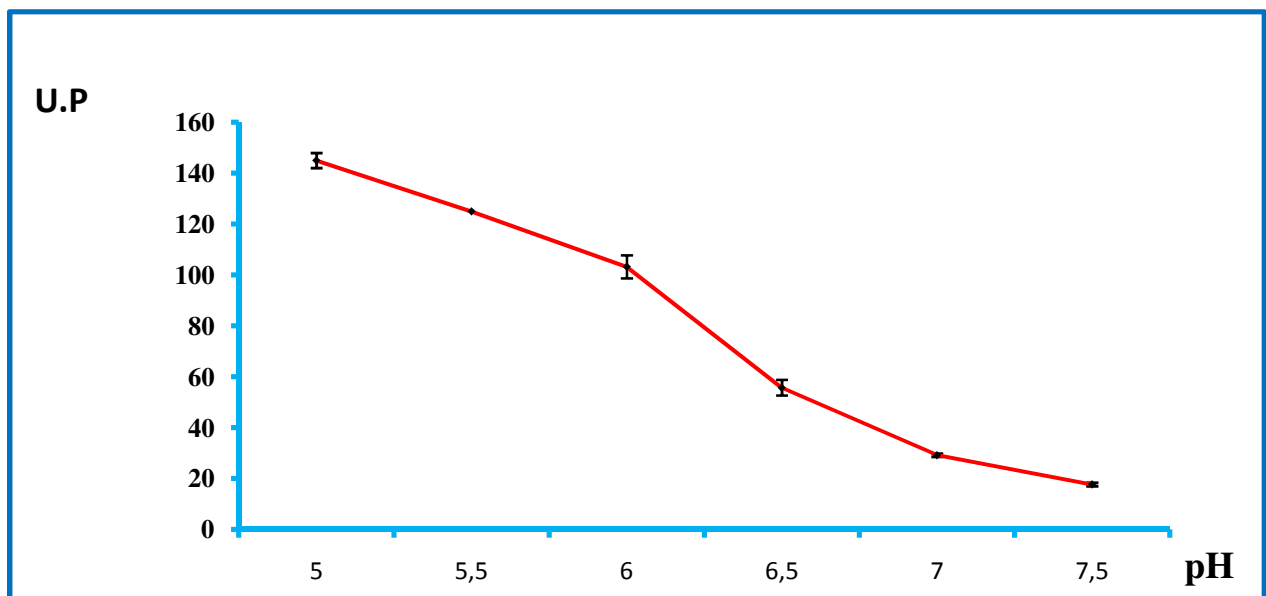


Figure 10 : Effet du pH du lait sur l'activité coagulante de l'extrait de ficine.

Les résultats présentés dans la figure 11 indiquent une diminution de l'activité coagulante de l'extrait enzymatique au fur et à mesure que le pH du lait augmente. En effet, l'optimum d'activité est observé à pH 5,0 avec une activité coagulante de 144,96 U.P. Ces résultats confirment ceux de (Siar, 2014), qui a signalé un optimal d'activité de la ficine au même pH. Donc l'extrait étudié montre un optimum d'activité à pH acide.

3.2.2. Effet de la température.

L'effet de la température du lait sur l'activité coagulante de la ficine est déterminé par la mesure de cette activité à différentes températures d'incubation (de 30 à 90 °C). La figure 11 montre l'évolution de l'activité coagulante de la ficine.

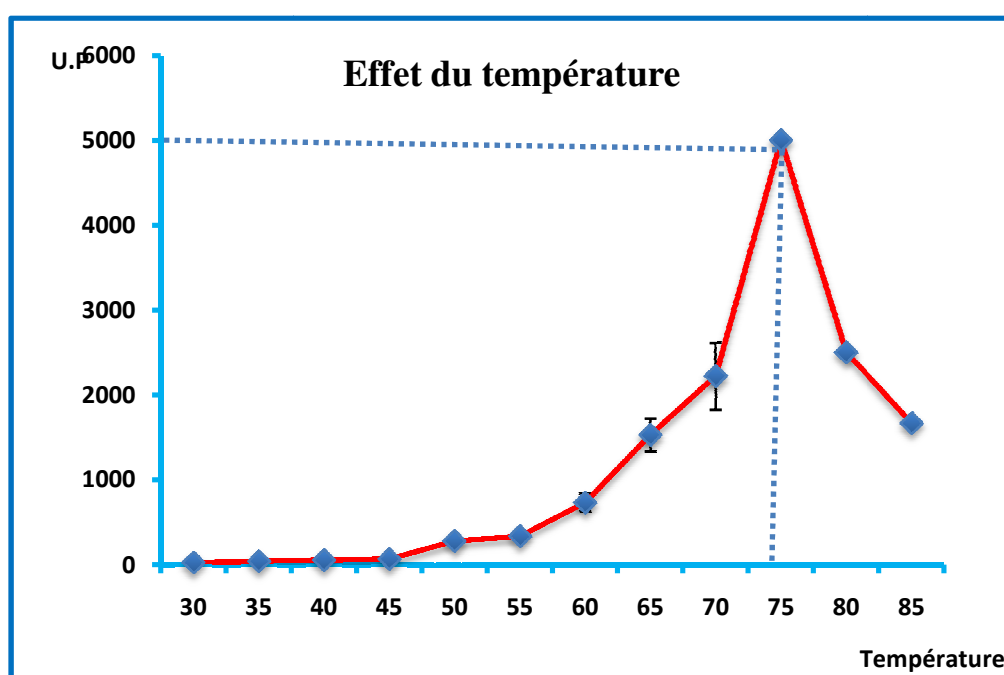


Figure 11 : Effet de la température du lait sur l'activité coagulante de la Ficine

L'optimum d'activité coagulante pour l'extrait de ficine est obtenu à une température du lait égale à 75°C avec une valeur de 5000 U.P. Ce résultat est similaire à celui donné par (Siar2014).

3.2.3. Effet de la concentration en CaCl_2 :

Pour étudier l'influence de la concentration en CaCl_2 sur l'activité coagulante de la ficine on a mesuré cette activité à différentes concentrations (0,005 .0, 0,02 .0, 03 .0, 04 .0, 05)

La figure 12 montre l'influence de la concentration en CaCl_2 sur l'activité coagulante de la ficine.

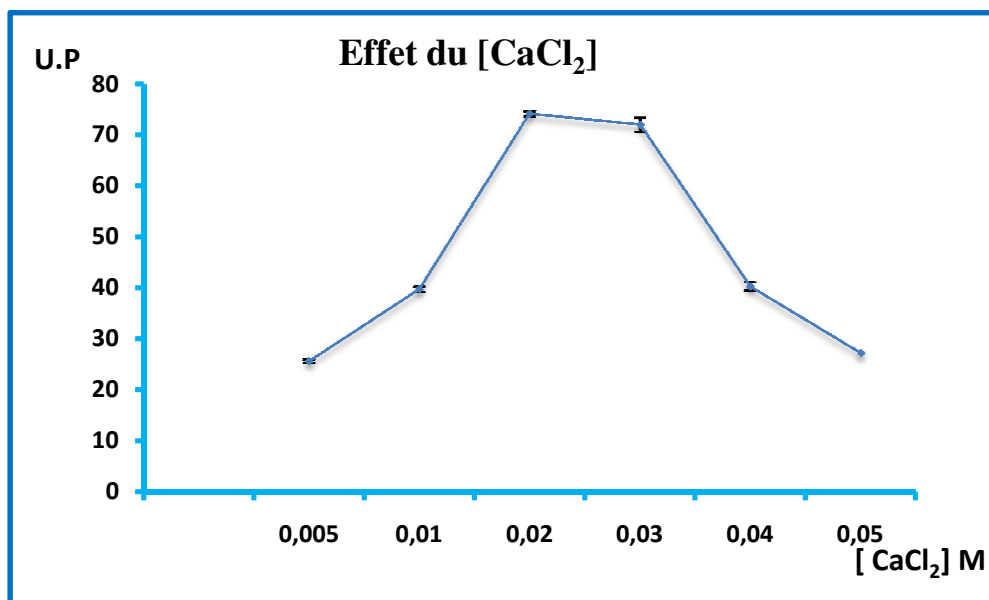


Figure 12 : Effet de la concentration de CaCl_2 sur l'activité coagulante de l'extrait de ficine

D'après ces résultats on remarque que l'activité coagulante augmente avec la concentration en CaCl_2 mais pour des concentrations supérieures à 0,02 M on remarque une diminution d'activité coagulante. L'optimum d'activité pour la ficine est estimé à 74,08 U.P. il est obtenu à une concentration de CaCl_2 de 0,02 M. Cette concentration est inférieure à celle trouvée par Siar (2014) évaluée à 0,03 M de CaCl_2 par litre de lait mais supérieure à celle trouvée par (Nouani *et al.*, 2009) qui ont enregistré un optimum d'activité de la ficine à 0,01 M.

3.3. Caractérisation des fromages fabriqués :

3.3.1. pH :

Le pH des fromages fabriqués mesuré, est de 5,45 et 5,30 (tableau 4) pour le fromage obtenu avec l'extrait de ficine et de présure respectivement. Nous remarquons que le pH des fromages est proche malgré le changement de l'agent coagulant, cela est dû au fait que l'agent

coagulant n'est pas influencé par le pH de fromage et que celui-ci est influencé seulement par la composition initiale de lait à l'instant de la coagulation.

3.3.2. L'extrait sec total :

Le pourcentage de l'extrait sec total des fromages fabriqués est de 45,14 % et 44,13% (tableau 4) pour le fromage obtenu avec l'extrait de la ficine, et de la présure respectivement. Cette différence dans l'extrait sec total est due principalement aux types des caillés obtenus. En effet, le caillé obtenu avec la ficine donne des grains de caillés réduits comparés aux grains obtenus dans le cas de la présure microbienne, ce qui rend l'égouttage facile et intensif. Selon Jeant *et al.*, (2008), le gel obtenu avec la présure présente une forte cohésion mais avec une faible perméabilité.

Tableau 4 : les paramètres des fromages fabriqués

Paramètres	Essai par la Ficine	Essai par la présure
PH	5,45	5,30
Extrait sec totale %	45.14	44.13

D'après ces résultats il ya pas une grande différence entre les deux fromages.

3.4. Caractéristiques organoleptiques et rhéologiques :

l'agent coagulant intervient dans la détermination des caractéristiques sensorielles finales des fromages (Walstra *et al.*, 2006). Donc Pour déterminer les différences éventuelles qui peuvent exister entre les deux fromages fabriqués, une analyse sensorielle a été faite pour suivre l'évolution des caractères sensoriels durant la conservation (du 1^{er} jour jusqu'au 6^{ème} jour).

Les figures suivantes 13 et 14 représentent les profils sensoriels obtenus à différentes périodes d'affinage des fromages (du 1er jour et 6ème jour).

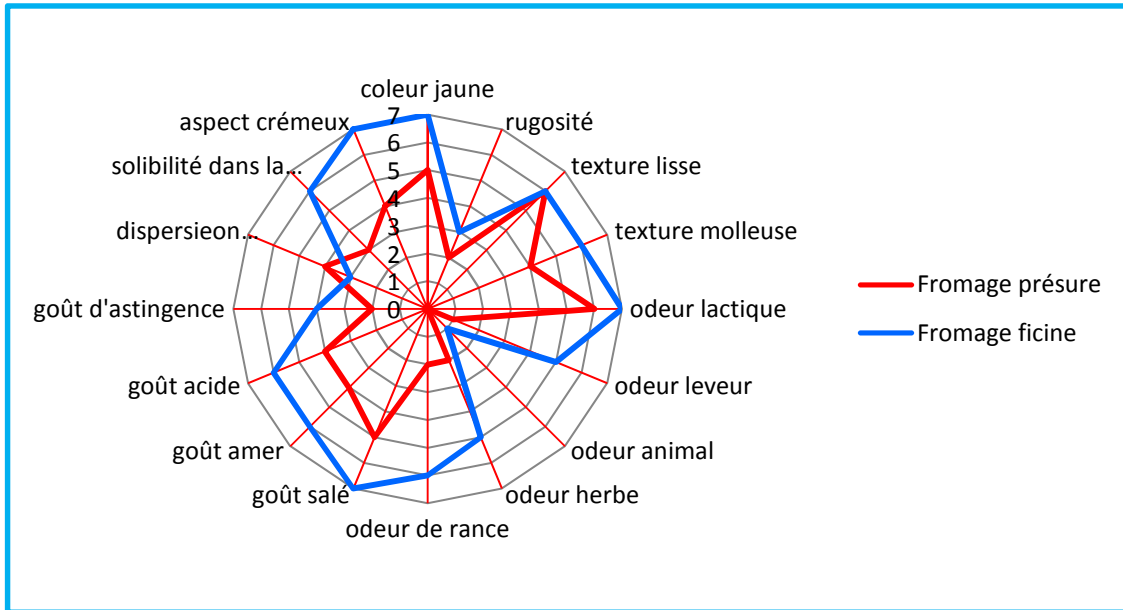


Figure 13 : Profil sensoriel des deux fromages au 1er jour de conservation

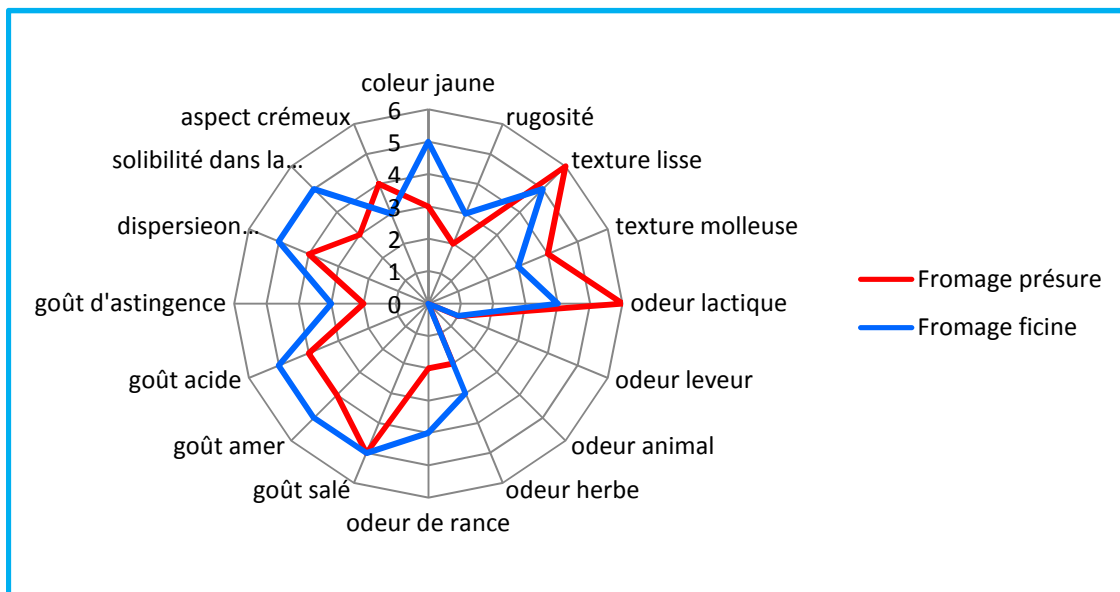


Figure 14 : Profil sensoriel des deux fromages au 6ème jour de conservation

3.4.1. La texture :

Pour la texture du fromage obtenu avec l'extrait de la ficine, nous avons remarqué que les dégustateurs ont apprécié sa texture lisse qui est proche de celle du témoin, cette texture

lisse est due à la nature du caillé obtenu qui est caractérisé par de grains de taille réduite. Par contre le fromage témoin est caractérisé par une pâte homogène et plus ou moins lisse et présente une texture plus ferme, Cette stabilité est due à la faible activité protéolytique que possède la présure.

3.4.2. Le gout :

Les dégustateurs ont jugé que le goût du fromage obtenu par l'extrait de ficine est acceptable. Il est moyennement salé et acide avec un gout astringent relativement toléré, un léger arrière-goût d'amertume qui se développe avec le temps d'affinage contrairement au fromage témoin qui présente une bonne stabilité de goût durant toutes les périodes d'affinage.

Cette amertume peut être expliquée par l'activité protéolytique élevée de l'enzyme.

Le fromage témoin présente une bonne stabilité de goût durant toutes les périodes d'affinage il est moyennement salé et acide avec une absence total d'amertume

3.4.3. La couleur et l'odeur :

Pour la couleur et l'odeur, l'analyse a montré qu'il n'existe aucune différence entre les deux fromages obtenus avec différents agents coagulants. Les mêmes résultats obtenus par siar (2014).

3.4.4. La dispersion dans la bouche :

Le fromage a base de la présure présente une dispersion dans la bouche plus élevé que celle de fromage a base de ficine.

3.4.5. Test de viscosité :

Principe :

Le principe des viscosimètres rotatifs consiste toujours à mettre en écoulement l'échantillon par cisaillement entre une surface solide immobile (le stator) et une surface solide en rotation (le rotor). Les deux grandeurs expérimentales mesurées ou imposées sont le couple Met la vitesse angulaire du rotor .Dans le cas des géométries bien définies (cylindres coaxiaux et cône/plan), et à condition que l'entrefer dans lequel est réalisé le cisaillement soit

suffisamment étroit, on peut considérer que le cisaillement est homogène dans tout l'échantillon.

Les résultats de nos échantillons sont représentés dans les figures suivantes :

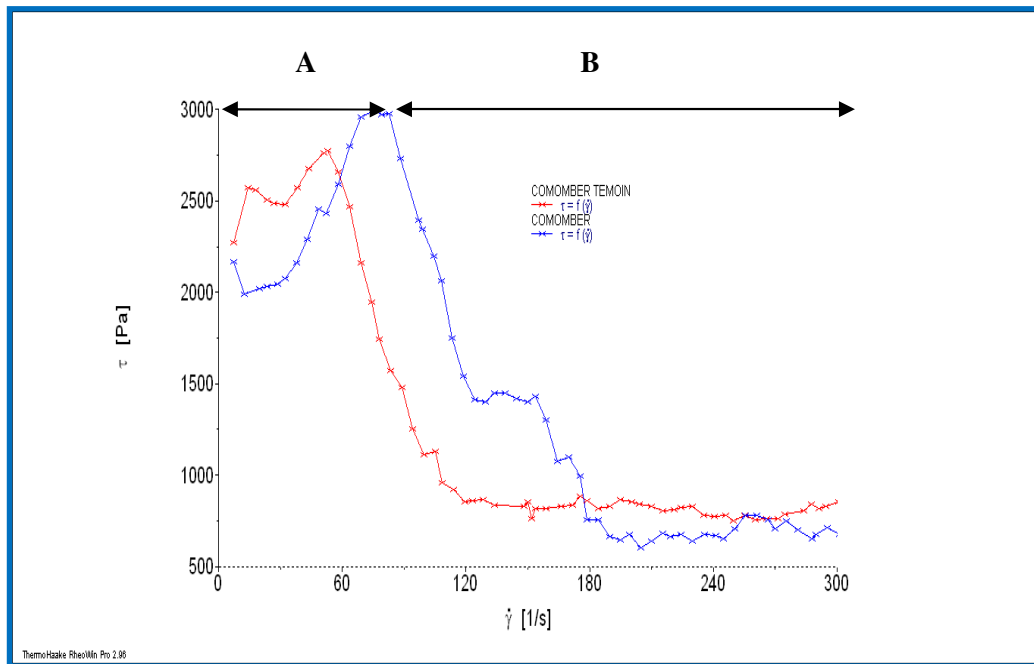


Figure 15 : Evolution de la force de la contrainte en fonction de vitesse de cisaillement

La figure 15 représente la variation des forces en fonction de la vitesse de cisaillement pendant le test de comprissions- relaxation des deux échantillons qui se diffèrent par l'enzyme utiliser.

D'après cette figure, on constate que les deux courbes ont les même allures en effet chaque courbe présente deux parties principale (A) et (B)

Partie A : c'est la phase de comprissions, pendant laquelle la force augment rapidement jusqu'à atteindre une vitesse de cisaillement de 60 1/s pour le fromage témoin et 80 1/s pour le fromage a base de la ficine.

Partie B : c'est la phase de relaxation de contrainte, au début de cette phase la force diminue rapidement puis elle continu à diminué progressivement et sa valeur tend verre 0. La diminution de la force peut être expliquée par la relaxation de corps tout en dissipant l'énergie

qui lui a été fournie pendant la première phase. La diminution de la vitesse de relaxation pourrait être expliquée quand le matériau est brusquement déformé à déformation constante

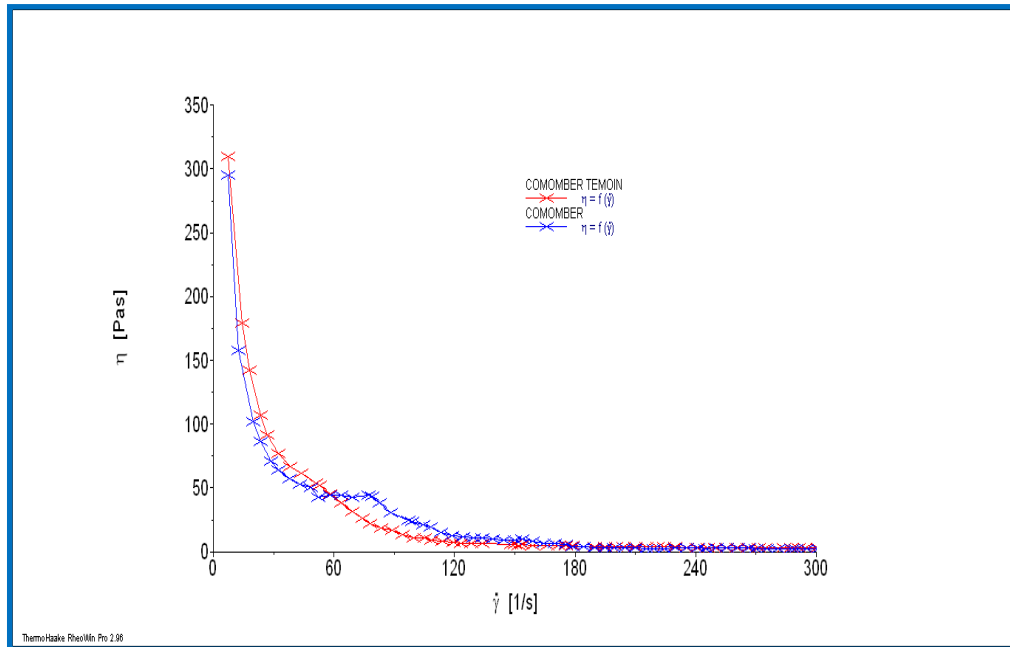


Figure 16 : Evaluation de la viscosité en fonction en vitesse de cisaillement

La figure 16 représente l'évaluation de la viscosité des deux fromages fabriqués.

On remarque que la vitesse de cisaillement de fromage témoin se stabilise à 300 1/s. alors que le fromage à base de la ficine se stabilise à 200 1/s.

Nous constatons alors que fromage témoin est plus visqueux que le fromage a base de la ficine.

Conclusion générale :

Dans ce travail nous nous sommes intéressés à l'étude de l'effet de l'agent coagulant végétale, la ficine, sur la texture et la rhéologie d'un fromage à pâte molle de type Camembert.

Ce travail vise à connaître les caractéristiques de la ficine du figuier et la possibilité de son utilisation dans l'industrie fromagère. Cette étude est portée sur trois volets. Premièrement l'extraction et la caractérisation de la ficine de point de vue activité et force coagulante, conditions optimales d'activité et l'étude de l'activité protéolytique. Deuxième volet porte sur la fabrication et caractérisation de fromage à pâte molle. Dernier volet l'étude rhéologique et organoleptique du fromage en comparaison avec le fromage témoin à base de la présure.

La caractérisation de l'extrait de la ficine de point de vue activité et force coagulante et conditions optimales d'activité (température, pH et $[CaCl_2]$) a montré que l'extrait est doté d'une activité coagulante de $213,675 \pm 10.82$ U.P., une force coagulante de $1/27586,206 \pm 18.43$. Son activité protéolytique est de $161,15 \mu\text{g/mL}$. L'étude des conditions optimales d'activité de cet extrait enzymatique a montré que le pH optimal de coagulation est de 5, et la température optimale d'activité est de 75°C . Concernant la concentration en chlorure de calcium l'optimum est de $0,02$ M.

Le fromage obtenu présente des caractéristiques organoleptiques assez proches de celles du fromage témoin, avec un goût amer remarquable mais acceptable.

Les résultats obtenus montrent la possibilité d'utilisation de cet extrait enzymatique dans l'industrie fromagère comme agent coagulant pour remplacer la présure surtout que cette enzyme est disponible pour donner un plus à l'économie nationale.

Cependant il est intéressant de poursuivre ce travail par :

- Caractérisation poussée de l'extrait de la ficine.
- Correction du goût d'amertume provoqué par l'enzyme.
- Utilisation de la ficine pour d'autres types de fromages.

Annexe : 1



Récupération de latex



Extrait de la ficine

Annexe 2 :



Caillage



Brassage et tranchage



Moulage



Saumurage



Affinage



Produit fini

Annexe 3

*B : Fiches de dégustation.

FICHE DU TEST DE PREFERENCE

NOM :

PRENOM :

DATE :

Analysez et goutez les deux échantillons, puis classer les par ordre croissant selon votre préférence.

Codes

Classement

.....

.....

FICHE DU TEST D'INTENSITE

NOM :

PRENOM :

Examinez et gouttez chaque un des deux échantillons, puis donner une note de 1 à 9 selon l'intensité de chaque caractère.

Si le caractère mentionné dans la fiche n'est pas détecté dans le produit, vous mettez 0.

	A	B
Couleur jaune		
Rugosité		
Texture lisse		
Texture moelleuse		
Odeur lactique		
Odeur de levure		
Odeur animale		
Odeur de l'herbe		
Odeur de rance		
Gout salé		
Gout amer		
Gout acide		
Gout d'astringence		
Dispersion dans la bouche		
Solubilité dans la bouche		
Aspect crémeux		

Introduction

Capitre III: Résultats et discussion

Chapitre I: partie bibliographique

Références bibliographiques

annexes

Conclusion générale

Chapitre II: Matériels et méthodes

Références bibliographiques :

1. Adrian, J. Lepen, B. (1987) : Le lactose, Le lait matière première de l'industrie alimentaire. P. 99-111. Paris, INRA.
2. Agrawal, A. A. et Konno K., (2004) : Latex: A model for understanding mechanisms,
3. Alais, C. (1984) :Principes des techniques laitières : science du lait. Ed : Publicité, Paris. 513 p.
4. André, Erik, Jean- Claude Gillis, 1997 : Le fromage de la science à l'assurance-qualité. lavoisier, Paris, 3èmé édition, P 480-484.
5. Anthocyanin Content Of Fresh Fruits Of Common Fig (*Ficus Carical.*),” *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*. 54: 7717–7723.
6. Apfelbaum, M. Forrat, C. et Nillus, P.1995 : Diététique et nutrition. ed. Masson, p.326.
7. Azarkan, M. Matagn, A., Wattiez R., Bolle L., Vandenameele J.,Baeyens-Volant D., (2011): Selective And Reversible Thiol-Pegylation, An Effective.
8. Baby, J. et Raj, S. J. (2011): Pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn–An overview. *International Journal of PharmTech Research*. 3: pp 08-12.
9. Barcenas, P. Pérez Elortondo, F. J. And Albisu, M. 2005:Sensory comparison of several of several cheese varieties manufactured from different milk sources. *J. of Sensory Studies*, 20, 62–74.
10. Berridge, N. J. (1955): Purification and assay of rennin. *Methods in enzymology*. Ed. Perlmann, G. E. and Loran Acad. Press Inc., New York. Vol. 2. 69-77
11. Bornaz S., Sahli A., Attalah A. and Attia H. (2009); physicochemical characteristics and renneting properties of camels' milk: A comparison with goats', ewes' and cows' milks; *International Journal of Dairy Technology*.
12. Bouacherine, M. et Ouchene, Z (2017) : Valorisation D'un Savoir Faire Kabyle Pour Son Application Industrielle ; Caractérisation D'un Fromage A Pâte Mole Fabriqué à partir De Lait De Vache Coagulé Avec L'enzyme De *Ficus Carica*. L
13. Bourne, M. C. (2002): *Food Texture and Viscosity. Concept and Measurement*, 2nd ed. pp. 423. London: Academic Press.
14. Bradfor, M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.

15. Brule, G. Lenoir, J. et Remeuf, F. (1997) : La micelle de caséine et la coagulation du lait. *In Le fromage*. Eck A., et Gillis, J. C. Lavoisier, Tec & Doc. Paris. 7-39.
16. Chambers, D. H. Chambers, and Johnson, d. 2005: Flavor description and classification of selected natural cheeses. *Culinary Arts and Sciences V: Global and National Perspectives*, (Coord. Edwards J.S.A., Kowrygo B, & Rejman, K.), pp 641-654, Publisher, Worshipful Company of Cooks Research Centre, Bournemouth, Poole, UK.
17. Christiane Joffin, et Jean- Noël Joffin 2003 : microbiologie alimentaire 5^{ème} édition p 93.
18. CODEX STAN 276-1973, (2010). Norme Codex Pour Le Camembert. Lait et Produits Laitiers (2ème Edition). 5p
19. Couarraze, G., Grossiord, J.L., Initiation à la rhéologie 3ème édition. (Tec & Doc 2000).
20. Croguennec, T. Jeanet, R. Brulé, G. (2008) : Fondement Physicochimiques De La Technologie Laitière. Editiontec & Doc. 11,Rue Lavoisier 75008 Paris.
21. Dalgleish, D.G. Corredig, M. (2012): The Structure Of Casein Micelle Of Milk And Its Changes During Processing. *Ann, Rev. Food Sci. Technol.*
22. Debry, G. (2001) : Lait, Nutrition et santé, Jean-Pierre Poulin « Représentation sociales du lait ». Ed : Tec et Doc. Paris. Lavoisier, 498p
23. Devaraj, K. B. Kumar P. R. Et Prakash, V. (2008). Purification, characterization and solvent induced thermal stabilization of ficin from *Ficus carica*. *J. Agric. Food Chem.* 56, 11417–11423,
24. ECK, A. Gillis J. (1997) :Le fromage: de la science a l'assurance qualité. *Ed. Tec & Doc*, Lavoisier, Paris, pp : 7-39.
25. Fadyloglu S., (2001). Immobilization and characterization of ficin. *Nahrung/Food* 45 No. 2, pp. 143– 146.
26. Fadyloglu S., (2001). Immobilization and characterization of ficin. *Nahrung/Food* 45 No. 2, pp. 143– 146.
27. Feijoo-Siota, 2011 L.; Villa, T.G. Native And Biotechnologically Engineered Plant Proteases With Industrial Applications. *Food Bioprocess Technol.*, V.4, N.6, P.1066-1088,
28. FOX, P.F & Mcsweeney, P.L.H., (1997). Rennets : Their Role In Milk Coagulation And cheese ripening. *The Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk*, 2nd edn (ed. B.A. Law). Chapman & Hall, London pp. 1–49.

29. Goussen, H. Leroy J. f. et Ozenda P., (1982). Précis de botanique, tome II : végétaux supérieures. Masson : pp 558-560.
30. Grossiord, J.L., Coussot, P., Comprendre la rhéologie, EDP Sciences (2002).
31. Grzonka, Zbigniew, Kasprzykowski Franciszek And Wiczek Wiesław., (2007). Cysteine proteases. CHAPTER 11. J. Polaina and A.P. MacCabe (eds.), Industrial Enzymes, 181–195.
32. Guarrera, P. M. (2005): Traditional phytotherapy in Central Italy (Marche, Abruzzo, and Latium),” *Fitoterapia*, 76:, pp. 1–2
33. Guiraud, J. P. 1998 : Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod., 80142 -353.
34. Hardy, J. et Scher, J., (1997) : Les propriétés physiques et organoleptiques du fromage. Isolation of stress-related genes of rubber particles and latex in fig tree (*Ficus carica* and their expressions by abiotic stress or plant hormone treatments. *Plant Cell Physiol.*, 44: 412–419.
35. Harmier. J., Lenoir. F., Weber, 1992. Les groupe microbiens d’intérêt laitiers volume 34, 2^e édition, p56.
36. Hennequin, D. 1993: Evaluation Instrumentale et Sensorielle de certaines propriétés texturales de fromage à pâte mole. *Int. Dairy Journal* 3(1993) 635-647. *Ingredients In Meat Products: Properties, Functionality And Applications*. 26p
37. Huppertz, T. Upadhyay, Y., Kelly, K. et Tamime, A.Y. (2006): Constituent and properties of MILK from different species, Brined cheeses, Edited by Dr Adnan tamime. Copyright Blackwell Publishing, Ltd Pp : 1-34.
38. Jeant et R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brule G., (2008). Les produits laitiers . Ed. Tec & Doc, Lavoisier, 185 p.
39. Jones, B. L. (2005): Endoproteases of barley and malt. *J. Cereal Sci.* 42: 139–156.
40. Katsaros, G.I. Katapodis, P. Taoukis, P.S. (2009): High hydrostatic pressure inactivation kinetics of the plant proteases ficin and papain. *Journal of Food Engineering* 91: 42–48.
41. Laitier, C. Chatelin Y.M., Doutari E., Barrucand P., Duchesne C., Morge S., Barral J., Cuvillier D., Minard L., Et Leroux V., (2009). Evaluation et maîtrise de la texture des fromages frais de chèvre à coagulation lactique. *Rencontre Recherche Ruminants*, 16 : 143-146
42. Lansky, E. P. Paa Vilainen, H. M. Pawlus, A. D. Newman, R. A. (2008). *Ficus* spp. (fig): Ethnobotany and potential as anticancer and anti-inflammatory agents. *J. Ethnopharmacol.*, 119 : 195–213.

43. Larpent, J. P. 1996 : Les fromages à pâtes fraîche, molle, pressée ou Les phénomènes microbiens. Ed .Tec .et Doc ., p. 275.
44. Leulmi Imene, 2016 : hydrolyse enzymatique des caséines bovine par la Ficin et les cardosines en vue d'obtenir des peptides antimicrobiens
45. Libouga D.G., Vercaigne-Marko D., Djangal S. L., I. Choukambou, Ebangi A.L., M. Ombionyo, Beka R.G., Aboubakar T.M. Et Guillochon D., (2006). Mise En Evidence D'un Agent Coagulant Utilisable En Fromagerie Dans Les Fruits De *Balanites Aegyptiaca*. *Tropicultura*, 24, Pp : 229-238.
46. Low, Y. H. Agboola S., Zhao J., et Lim M.Y., (2006). Clotting and proteolytic properties of plant coagulants in regular and ultrafiltered bovine skim milk. *International Dairy Journal*. 16 : 335-343.
47. Luquet, F.M. (1985): lait et produits laitiers. Ed .Tec et Doc., 2. p323
48. Mahaut, M. Jeantet, R., Brule G., (2003). Initiation à la technologie fromagère. Tec & Doc Lavoisier. 194p.
49. Mamoru, S. et Masanor S., (1974): Studies on proteinases from *ficus caricavar*. H (raishi v. purification and properties of a sugar-containing proteinase (f1cin s). *Biochimica et Biophysica Acta.*, 350: 38-47.
50. Nassar, A. H. et Newbury H. J., (1987). Ficin Production by Callus Cultures of *Ficus carica*. *J. Plant Physiol*. 131: 171-179.
51. Nouani, A. Dako, E. Morsli, A. Belhamiche N., Belbraouet S., Bellal M.M. Et Dadie A., (2009). Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke flowers (*Cynarascolymus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufa
52. Oliveira A. P., Silva L. R., De Pinho P.G., GIL-IZQUIERDO A., Valenta P., Silva B.M., et al (2010) volatile profiling of ficus carica varieties by HS –SPME and GC –ITMS. *food chemistry*, p 123, 548-557 .
53. ONER M. D. et AKAR B., (1993). Separation of the proteolytic enzymes from fig tree latex and its utilization in Gaziantep cheese production. *Lebensm. -Wiss. U. Technol.*, 26: 318-321
54. Payne T. C., (2009). Enzymes In Meat Systems Enzymes. Chapter 8. R. Tarté (Ed.), *Ingredients In Meat Products: Properties, Functionality And Applications*. 26p
55. Pernodet, G. (1987) : Technologie comparée des différents types de persillé .Ed .Tec. et Doc., p. 345.
56. Pierre Baud, (2008) : le figuier, Jardiner Construire Bricoler Pas à Pas. p 4.

57. RAMET J.P., (1997). Les agents de transformation du lait *in* Le fromage, 3eme édition, Tech. & Doc. Paris, pp: 165-172.
58. Robbins B.H., (1930). A Proteolytic Enzyme In Ficin, The Anthelmintic Principle Of Leche De Higueron. *J. Biol. Chem.* 87: 251_257.
59. Roudot, A. C., (2002): Rhéologie et analyse de texture des aliments. Edition, Tec et Doc., p 197.
60. Shah Manzoor. A ,Shabir A. M. Et Aray M. A. P., (2014). Plant proteases as Plant proteases as Milk-Clotting Enzymes In Cheesemaking: A Review. *Dairy Sci. & Technol.* 94: 5–16.
61. Siar E., (2014) : Utilisation de la pepsine de poulet et de la ficine du figuier comme agents coagulants du lait, Thèse magister, Université Mentouri Constantine.
62. Solís-Méndez, A. D., Estrada-Flores J. G. And Castelán-Ortega O.A., (2013). A study on the texture diversity of the Artisan Ranchero Cheese from Central Mexico., *Int. J. of Dairy Technol.*, 66, 1, 37-44.
63. Solomon A., Golubowicz S., Yablowicz Z., (2006). Antioxidant. Activities And
64. Veberic R., Jakopic J., Et Stampar F., (2008). Internal Fruit Quality Of Figs (*Ficus carica*.) In The Northern Mediterranean Region. *Italian Journal Of Food Science*, 20: 255–262
65. Vignola, C. F (2002) science et technologie du lait, transformation de lait. Presses internationales polytechnique, Québec, 608 p.
66. Walstra P., Wouters J.T.M., Et Geurts T.J., (2006). Dairy Science and Technology. Second Edition. ED Taylor & Francis Group, LLC. 756p
67. Zare H., Moosavi-Movahedi A. A., Salami M., Morteza, M., Saboury A. et Sheibani N., (2013). Purification And Autolysis Of The Ficin Isoforms From Fig (*Ficus carica* Cv. Sabz) Latex. *Phytochemistry* 87: 16–22

Résumé :

La pénurie de présure et le coût très élevé des importations ainsi que la dépendance de la filière fromagère de l'Algérie de fournisseurs étrangers en matière d'approvisionnement en présure et succédanés incite à valoriser le savoir faire traditionnel en exploitant les ressources naturelles et bio disponibles telle que la ficine de figuier.

Pour mener à terme ce travail, les caractéristiques organoleptiques et rhéologiques d'un fromage à pâte mole obtenu à base de l'extrait enzymatique de figuier sont déterminées. Le test d'intensité est réalisé par 10 dégustateurs selon une grille d'évaluation établie avec 12 critères sur la base d'une échelle de 0 à 9. La viscosité de camembert et sa résistance à la force de cisaillement sont déterminées avec le rhéomètre type VT550.

Les principaux résultats obtenus montrent que la ficine présente une activité coagulante de 213.675 U.P avec la force de coagulation de l'ordre de 1/27586.206. Son activité protéolytique est estimée à $161.15 \pm 21.05 \mu\text{g/mL}$ d'enzyme. Le fromage obtenu à base de ficine présente une texture plus ferme et une viscosité élevée.

Les résultats obtenus montrent la possibilité d'utilisation de cet extrait enzymatique dans l'industrie fromagère comme agent coagulant à la place de la présure surtout que cette matière est assez disponible dans notre pays, cela peut donner un plus à l'économie algérienne.

Ces résultats montrent la possibilité d'utiliser la ficine dans les industries fromagères.

Mots clés : ficine, fromage à pâte molle, rhéologie

Abstract :

The shortage of rennet and the very high cost of imports as well as the dependence of the Algerian cheese industry of foreign suppliers on the supply of rennet and substitutes encourages the valorization of traditional know-how by exploiting the natural and bio-available resources. Such as fig tree ficin.

To complete this work, the organoleptic and rheological characteristics of a mole cheese obtained from the enzymatic extract of fig tree are determined. The intensity test is carried out by 10 tasters according to an evaluation grid established with 12 criteria on the basis of a scale from 0 to 9. The camembert viscosity and its resistance to the shear force are determined with the typical rheometer. VT550.

The main results obtained show that ficin has a coagulant activity of 213.675±10.82 U.P with the coagulation force of the order of 1 / 27586.206 ±18.43 Its proteolytic activity is estimated at $161.15 \pm 21.05 \mu\text{g} / \text{ml}$ of enzyme. The ficin-based cheese has a firmer texture and a high viscosity.

The results obtained show the possibility of using this enzymatic extract in the cheese industry as a coagulant agent instead of rennet especially since this material is quite available in our country, it can give a boost to the Algerian economy.

These results show the possibility of using ficin in the cheese industries.

Key words: ficin, molle cheese, rheology

ملخص :

نقص المنفعة و ارتفاع تكلفة الواردات و كذلك أ اعتماد صناعة الجبن الجزائري علي الموردين الأجانب في توفير المنفعة و البدائل يشجع تطوير الدراية التقليدية عن طريق استغلال الموارد الطبيعية و البيولوجية المتاحة مثل أنزيم الفيسين الموجود في التين.

لأ استكمال هذا العمل يتم تحديد الخصائص الحسية و الريولوجية للجبن الطري التي تم الحصول عليها من المستخلص الأنزيمي لشجرة التين يتم اختبار الشدة من قبل 10 متذوقين وفقا لشبكة تقييم تم إنشائها باستخدام 12 معيار استنادا ألي مقياس من 0 إلي 9

تم تحديد لزوجة الكمامبير و مقاومتها لقوة القص بمقياس ريومتر من نوع VT550

تظهر النتائج الرئيسية التي تم الحصول عليها أن الفيسين لديه نشاط تخثر يصل ألي 213.675 ± 10.82 U.P مع قوة التخثر $1 / 27586.206 \pm 18.43$ يقدر نشاطها البروتيني بـ $161.15 \pm 21.05 \mu\text{g/mL}$

الجبن الذي تم الحصول عليه من الفيسين لديه ملمس أكثر حزما ولزوجة عالية .

النتائج التي تم الحصول عليها تبين إمكانية استخدام هذا المستخلص الأنزيمي في صناعة الجبن كعامل تخثر بدلا من المنفعة خاصة أن هذه المادة متوفرة في بلدنا هذا يمكن أن يعطي المزيد للاقتصاد الجزائري

تظهر هذه النتائج إمكانية استخدام الفيسين في صناعة الجبن.

الكلمات الرئيسية : الفيسين, الجبن الطري, الريولوجيا.