



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

N°...../SNV/2017

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme de master

Spécialité: **EXPLOITATION DES ÉCOSYSTÈMES MICROBIENS LAITIERS**

THÈME

**Valorisation et optimisation de
l'utilisation d'un coagulant végétal pour la
fabrication d'un fromage traditionnel**

Présenté par

BENANI Souad Touatia

Soutenue le 04/07/2017

DEVANT LE JURY

MME RECHIDI-SIDHOUM . N	M.A.A	à Université de Mostaganem	Présidente
MME TAHLAITI . H	M.A.A	à Université de Mostaganem	Examinatrice
MR BENMILOUD . D	M.A	à Université de Mostaganem	Encadreur

Thème réalisé au Laboratoire de Laboratoire des Sciences Techniques et de Production Animale

Année universitaire 2016-2017

REMERCIEMENTS

*Avant tout je remercie **Dieu** le tout puissant, le Miséricordieux, de m'avoir donnée le courage, la force, la santé et la persistance*

Mes sincères remerciements

*A monsieur **Benmiloud Djamel**, pour la confiance qu'il m'a accordée et la sympathie qu'il m'a témoigné. Je le remercie également pour l'honneur qu'il me fait en encadrant ce mémoire.*

*A madame **Rechidi** d'avoir accepter de présider ce jury.*

*A madame **Tahalaiti Hafida** mon examinatrice.*

A tous les Enseignants qui ont contribué à ma formation.

Au personnel de laboratoire pédagogique ((LSTA).

Enfin, je remercie, tous ceux qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail.

ملخص

يتضمن عملنا تحديد جرعة من المنفحة والحموضة للحليب المثالي للحصول على تخثر أسرع وقت ممكن.

وصلنا إلى استنتاج أن محلول الحكة 10 غرام في اللتر هو أفضل إجابة على السؤال. أصبح الإنتاج التقليدي للجبن في المرتفعات محفوف بالمخاطر على نحو متزايد، بالنظر إلى تفشي متكررة من الحمى المالطية والسل البقري والماعزي.

هذه الأجبان المصنوعة من الحليب الغير المعالج، ويحمض في درجة حرارة الغرفة لعدة ساعات، و تؤكل طازجة مع إحتمال تكاثر الجراثيم المسببة للأمراض

الكلمات الدالة

الحليب , المنفحة, الحموضة , الحكة.

Résumé

Notre travail, a visé la détermination de la dose de présure et l'acidité du lait idéales pour obtenir une coagulation la plus rapide possible.

Nous sommes arrivés à la conclusion qu'une solution de HAKKA (chardon marie) à 10 g par litre est la meilleure réponse à la question posée.

Nous sommes arrivés à supprimer le temps d'attente de l'acidification qui présentait beaucoup de risques de contamination.

La fabrication traditionnelle du Jben , fromage des Hauts Plateaux est devenue de plus en plus à risques , compte tenu des fréquentes épidémies de Brucellose et de Tuberculose bovines et caprine .

Ces fromages préparés avec du lait non traité, et acidifiés à température ambiante durant plusieurs heures, sont consommés frais avec toutes les possibilités de prolifération des germes pathogène.

Mots clés

Lait, présure, chardon marie, l'acidité.

Abstract

Our work targets the determination of the dose of milk rennet and acidity that is ideal to obtain the most quick coagulation/clotting possible.

We have concluded that a HAKKA solution *Sylbium marianum* of 10g would be the best answer to the question raised.

We have thus succeeded to eliminate the acidification waiting time which represented a serious risk of contamination.

Keywords

Milk, coagulation, acidification , *Sylbium marianum*.

Abréviation

AW : activité water.

°C : degré Celsius.

Ca : calcium.

CMP : caséinomacropeptide.

CACL2 : chlorure de calcium.

°D: degré Dornic .

TEPA : Transformation et Elaboration des Produits Agro alimentaires.

H : heure.

Mg : Magnésium.

Mn : minutes.

NAOH : hydroxyde de sodium.

N : normalité.

NaCl : chlorure de sodium.

TEFD : la teneur en eau dans le fromage dégraissé .

UHT : Ultra Haute Température.

V : volume.

Liste des figures

Figure 1 : le chardon marie

Figure 2 : la peser des feuilles séchées de chardon marie 5g et 10g.

Figure 3 : L'ajout de la solution de la présure au lait.

Figure 4 : la répartition du lait et l'ajout des différentes doses de Lben.

Figure 5 : Mesure de l'acidité Dornic.

Figure 6 : force des deux solutions de présure.

Figure 7 : résultats de l'acidité.

Figure 8 : la coagulation du lait additionné Lben.

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition globale du lait de vache .

Tableau 2: Les caractéristiques physico-chimiques.

Tableau 3: la classification des fromages en fonctions des différents.
types de coagulations et d'égouttages.

Tableau 4:L'acidité du lait additionné de Lben.

Tableau 5: Le temps de coagulation et la force de la présure..

Introduction

La fabrication du fromage est apparue il ya des milliers d'années .Le but principal de la transformation du lait en fromage était de conserver ses principaux composants. Actuellement, le fromage est devenu un aliment au sens nutritionnel du terme .

L'étape clé de la réussite d'un fromage quelconque est la coagulation.

Elle consiste à la formation d'un gel ou caillé, suite à des modifications complexes , tant physiques que chimiques , des constituants du lait , principalement , les caseines. Le premier agent coagulant est la présure. Cette enzyme se trouve dans les caillettes de jeunes ruminants, à l'allaitement. Il faut, en moyenne 4 caillettes de veaux pour produire une tonne de fromage(**Bauer et Al .2010 , Alais 1984**).

L'essor de l'industrie des fromages, demande de plus en plus de présure , les restrictions sur l'abattage des jeunes ruminants et le refus des présures par les pays musulmans , au vu du rituel non Halal de l'abattage , ont causé une pénurie mondiale de présures.

A cet effet , la recherche d'autres agents coagulants , s'est accentué pour aboutir à des produits donnant les mêmes fromages que ceux à la présure de veaux à un prix de revient inférieur.

L'Algérie , dépendante de l'étranger pour ces présures , connaît des essais de travaux , tels que ceux de TEPA , Transformation et Elaboration des Produits Agro alimentaires , sur la pepsine du proventricule du poulet (**Adoui ,2007 et Benyahia Krid , 2010**) et ceux , sur les agents coagulants d'origine végétale , principalement du Chardon Marie.

La plante en question est utilisée depuis toujours pour la fabrication des fromages traditionnels algériens.

L'objectif du travail est d'essayer d'optimiser cette utilisation , jusque là , empirique , en déterminant les conditions optimale de la coagulation : Dose et Acidité du lait.

Nos travaux ont concerné le calcul de la force de coagulation qui nous détermine la quantité de la plante pour une quantité de lait avec une acidité contrôlée..

Chapitre 1 : caractéristiques du lait

1 Définition du lait

Le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites sans rien y ajouter ou en soustraire, destinée à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur (FAO, 2000). C'est un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en β carotènes. Il a une odeur peu marquée, mais caractéristique. Son goût, variable selon les espèces animales, est agréable et douceâtre. En 1909, le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini par le Congrès International de la Répression des Fraudes, comme étant le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. (Goursaud, 1985).

I.2 Composition et variabilité de la composition

L'aptitude d'un lait à la transformation fromagère est étroitement liée à la nature de ses constituants. Il faut noter que plus la matière sèche totale du lait est élevée, plus ce lait est riche et meilleur est son rendement fromager.

Tableau 1: Composition globale du lait de vache (Vignola, 2002)

Constituants majeurs	Variations limites (%)	Valeurs moyennes (%)
Eau	85,5 – 89,5	87,6
Matières grasses	2,4 – 5,5	3,7
Protides	2,9 – 5,0	3,2
Glucides	3,6 – 5,5	4,6
Minéraux	0,7 – 0,9	0,8
Constituants mineurs	Vitamines, enzymes, pigments	Cellules diverses, gaz

De manière générale, le lait comprend quatre types de constituants importants que sont : les lipides, constitués essentiellement de graisses ordinaires (triglycérides), les protides (caséine, albumine et globuline), les glucides (essentiellement le lactose) et les sels. La composition du lait varie selon différents facteurs liés généralement aux animaux. Les principaux sont : l'individualité, la race, les périodes de lactation, l'alimentation, la saison, l'âge et l'espèce (Vignola, 2002).

Chapitre 1 : caractéristiques du lait

I.3. Les protéines du lait

Du point de vue physico-chimique, le lait peut être considéré comme une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse contenant de nombreux éléments dont les uns sont à l'état dissout (lactose, sels, vitamines, protéines et composés azotés solubles) et les autres sous la forme colloïdale (micelles de caséines, phosphate de Ca et Mg) (Luquet, 1990).

Dans cet ensemble de constituants, les protéines, dont la teneur moyenne estimée à 34 g/l est représentée à 28g/l par les caséines. Celles-ci sont primordiales parce qu'elles confèrent une bonne valeur nutritionnelle au produit (couverture des besoins azotés de l'organisme) et, une valeur ajoutée au lait grâce à leurs aptitudes technologiques et leurs propriétés fonctionnelles reconnues (Cayot et Lorient, 1998). Ces protéines ont une finalité alimentaire et elles constituent la base de la transformation du lait en fromage.

I.4. Caractéristiques organoleptiques

La qualité organoleptique (couleur, odeur et texture) d'un produit se dégrade au fil du temps. La durée de stockage, la température et leur action combinée affectent considérablement les attributs sensoriels totaux (Raynaud, 2006).

Un lait de bonne qualité organoleptique présente des caractéristiques particulières qui concernent la couleur, l'odeur, la saveur, la viscosité etc (Luquet, 1990).

I.5. Caractéristiques physiques et chimiques

Tableau2: Les caractéristiques physico-chimiques (Bourgeois et al, 1990)

Caractéristiques physiques	Valeurs
pH (20)	6,6 – 6,8
Densité	1,030 – 1,033
Température de congélation (°C)	- 0,53
Caractéristiques chimiques (g / 100g)	
Extrait sec total	12,7
Taux de matière grasse	3,9
Teneur en matière azotée totale	3,4
Teneur en caséines	2,8
Teneur en albumines et globulines	0,5
Teneur en lactose	4,9
Teneur en cendres	0,90
Vitamines, enzymes et gaz dissous	Traces

I.6. Caractéristiques microbiologiques du lait

Le lait contient peu de microorganismes (moins de 10³ germes/ml) lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain. Il s'agit essentiellement des microcoques mais aussi des streptocoques lactiques (*Lactococcus* et *Lactobacillus*) qui sont des germes saprophytes du pis et des canaux galactophores.

Le lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées "Lacténines" mais leur action est de très courte durée (1 heure environ) (**Guiraud, 1998**).

D'autres microorganismes peuvent se trouver dans le lait lorsqu'il est issu d'un animal malade. Ils sont généralement dangereux au point de vue sanitaire.

I.7.1. Contamination initiale

Les microorganismes interviennent par leur nombre. En effet lorsque le nombre de germe est élevé, la phase de latence est courte et l'espèce prédominante s'impose par la loi du plus grand nombre (**Richard, 1990 et Guiraud, 1998**).

I.7.2. Sources de contamination

Le lait est généralement contaminé par une grande variété de microorganismes d'origine diverse. Cette contamination peut provenir de l'animal (intérieur ou extérieur de la mamelle), de l'environnement (sol, atmosphère, eau...) du matériel servant à la collecte du lait (machines à traire, filtre, récipients divers) et aussi de l'homme.

Certains microorganismes constituent un danger pour le consommateur du lait cru ou de produits fabriqués avec du lait cru. D'autres sont seulement des agents d'altération de ces produits ; ils dégradent les composants du lait en donnant des produits de métabolisme indésirables (**Richard, 1990 et Guiraud, 1998**).

I.8. Principales activités des microorganismes du lait

Les activités métaboliques des microorganismes présents dans le lait peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur l'apparence, l'odeur, la consistance ou la texture et le goût des produits laitiers. Parmi ces activités on peut citer:

- l'acidification : c'est une production d'acide lactique à partir du lactose par les ferments lactiques lors de leur croissance ;

Chapitre 1 : caractéristiques du lait

- la protéolyse : c'est la dégradation des protéines du lait avec formation de peptides, dont certains donnent des mauvais goûts aux produits laitiers ;
- la lipolyse : c'est la libération d'acides gras à partir des triglycérides du lait, entraînant un goût de rance ;
- la production de gaz : certaines bactéries (hétérofermentaires, bactéries telluriques) au cours de leur croissance produisent des gaz. Dans le cas de certains fromages on peut assister à l'apparition d'un défaut d'aspect, dû à la production de gaz, associé ou non à un défaut de goût.

Enfin, certains microorganismes ne semblent pas présenter les inconvénients cités plus haut. Leur présence en grand nombre dans le lait est toutefois l'indication d'une mauvaise hygiène générale au stade de la production. Ces microorganismes peuvent être considérés comme « indicateurs » d'une hygiène défectueuse (**Vignola, 2002**).

I.9. Traitement du lait

Le lait est un produit très périssable et doit donc subir de nombreux traitements dans le but de prolonger sa durée de conservation et d'éliminer tout risque pour la santé du consommateur.

Il existe deux types de traitement thermique : la stérilisation et la pasteurisation.

* La stérilisation se fait à une température supérieure à 100°C. Elle a pour but de détruire l'ensemble des germes. Dans la stérilisation UHT (Ultra Haute Température), la méthode vise la réduction du nombre de germes thermophiles par un facteur de 10⁹ afin de prévoir une marge de sécurité

* La pasteurisation se fait à température inférieure à 100°C et ne vise à détruire que les germes pathogènes présents sous forme végétative ainsi que la presque totalité des germes Saprophytes. La pasteurisation est couplée à la réfrigération afin de stabiliser le produit.

La destruction des microorganismes est fonction donc de deux paramètres : la température et la durée du traitement (**Alais, 1984 et Vignola, 2002**). Le lait peut être transformé, par des actions enzymatiques ou microbiennes, en produits ayant acquis de nouvelles caractéristiques alimentaires et organoleptiques et présentant une conservation accrue (**Guiraud, 1998**).

II.1. Définition du fromage

Le fromage, selon la norme (Codex STAN 283-1978), 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. On l'obtient par coagulation complète ou partielle du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ; ou alors par emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques correspondant à la définition précédente (**Eck, 1997**).

II.2. Transformation du lait en fromage

La transformation du lait en fromage se fait, généralement, en quatre étapes principales : la **coagulation**, l'**égouttage**, le **salage** et l'**affinage**. Selon le lait initial et les paramètres technologiques mis en œuvre au niveau de ces étapes, une grande variété de fromages peut être obtenue (**Agioux, 2003**).

La qualité d'un lait de fromagerie déterminera la qualité du produit fini dans des conditions de travail normales, avec un rendement satisfaisant. Elle dépend d'un certain nombre de caractéristiques du produit tels que sa composition chimique, sa richesse en caséines, sa charge microbienne et la nature de sa microflore, son aptitude au développement des bactéries lactiques. Elle dépend aussi de son comportement vis-à-vis de la présure (**Remeuf et al, 1991**).

- La coagulation: modification physico- chimique entraînant la formation d'un gel sous l'action d'acide lactique et/ou enzymes.
- L'égouttage: séparation d'une partie de lactosérum conduit à l'obtention du caillé.
- Le salage: incorporation du sel.
- L'affinage: transformation biochimique du caillé sous l'action des enzymes (**Brule et coll, 1997**).

II.2.1. La coagulation du lait

la coagulation du lait constitue une forme ancestrale de conservation des protéines, de la matière grasse ainsi que d'une partie du calcium et du phosphore, dont les qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par l'homme dans presque toutes les régions

Chapitre2 : Caractéristiques des fromages

du globe (**Abiazar, 2007**), en industrie fromagère, le procédé choisie pour la coagulation à un large effet sur la texture du produit fini (**Herbert et al, 1999**), la coagulation soit acide ou enzymatique est affectée par différents facteurs (**Gelais et al, 2002**).

II.2.1.1.. La coagulation acide

La coagulation par voie acide est provoquée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui transforme le lactose en acide lactique. Le pH du lait de fromagerie diminue avec la production d'acide. Ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, un élément important dans la stabilité des micelles de caséine. Ces dernières vont se lier entre-elles et former un gel cassant très friable et peu élastique (**Mietton, 1995**). Si l'acidification est rapide par addition d'un acide minéral ou organique, il y a floculation des caséines à pH 4,6 sous la forme d'un précipité plus ou moins granulé dispersé dans le lactosérum. Par contre, une acidification progressive, obtenue soit par fermentation lactique, soit par hydrolyse de la gluconolactone, conduit à la formation d'un gel lisse homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait (**Mietton et al, 1994**). La teneur en protéines agit sur la coagulation acide. Un lait riche en protéines formera un caillé lactique plus ferme (**Carole et Vignola, 2002**).

II.2.1.2. La coagulation enzymatique du lait

La coagulation enzymatique est assurée par un grand nombre d'enzymes protéolytiques, d'origine animale, végétale ou microbienne, ayant la propriété de coaguler le lait. Il faut aussi tenir compte de leur grande activité protéolytique non spécifique supplémentaire qui leur permet d'hydrolyser les caséines α et β avec libération de peptides (**Mietton, 1995**). Si cette hydrolyse est trop élevée, il peut en résulter une baisse du rendement fromager, une texture molle et l'apparition de goûts anormaux. La présure est une enzyme protéolytique provenant de la caillette du veau non sevré. Cette enzyme correspond à deux fractions actives : l'une mineure (20 %), constituée par la pepsine ; l'autre majeure (80 %), est représentée par la chymosine qui est le coagulant le plus utilisé (Eck, 1990). En pratique, la coagulation du lait peut se caractériser par trois paramètres : le temps de floculation, la vitesse de raffermissement et la fermeté maximale du gel (**Caron et al., 1997**). Plusieurs facteurs peuvent les influencer. Le temps de prise est inversement proportionnel à la concentration d'enzyme utilisée. Par contre, si on ajoute plus de présure au lait de fromagerie, le taux de

raffermissement et la fermeté du gel augmentent. La température influe aussi sur la coagulation. En effet, au dessous de 10°C, la gélification ne se produit pas ; entre 10 et 20°C, la coagulation est lente ; entre 30 et 42°C, elle est progressive et au-dessus de 42°C elle diminue, pour disparaître à 55°C (**Daviau et al, 2000**). Le pH, lorsqu'il descend au dessous du pH du lait, le temps de prise est plus court, le taux de raffermissment augmente et le gel devient plus ferme et atteint un maximum entre 5,8 et 6,0. En revanche, à des pH supérieur à 7,0, il n'y a plus de coagulation.

II.2.1.2.1. La coagulation par les extraits de plantes

La coagulation du lait peut venir de pratiques que l'on retrouve dans le monde entier, par l'emploi, non pas d'acide lactique ou d'enzymes animales, mais d'extraits végétaux (**Froc,2001**). Il existe, dans divers pays, des plantes susceptibles de fournir des enzymes ayant la propriété de coaguler le lait, D'une façon générale, ces diverses préparations végétales ont donné des résultats assez décevants en fromagerie car elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique très élevée et produisent des fromages amers (**Lo Piero et al, 2002**).

En Algérie l'utilisation des fleurs du chardon, de l'extrait de l'artichaut, des graines de citrouille, ou de la sève du figuier sont des pratiques connues pour la production du Jben traditionnel (**Mouzali et al, 2006**).

II.2.1.2.2. Les principaux enzymes coagulants du lait

II.2.1.2.2.1 Les protéases d'origine animale

a. La Présure

La présure (mélange de chymosine et de pepsine) est un extrait liquide ou pâteux provenant de la macération des caillottes des jeunes ruminants dans une saumure à 10% de NaCl. La chymosine est la principale enzyme de coagulation du lait présente dans la présure. C'est une protéase acide, sécrétée sous forme de proenzyme inactive appelée prochymosine.

L'activation de la proenzyme en chymosine se fait spontanément dans la caillotte aux pH inférieurs à 5,0 par hydrolyse de l'extrémité N-terminale de la molécule .

(**Mahaut et al, 2000**).

La coagulation, provoquée par une enzyme, la présure, résulte d'un processus en trois phases Une phase primaire ou enzymatique au cours de laquelle la caséine κ est hydrolysée spécifiquement (liaison phénylalanine méthionine (PHE105-MET106) pour former la paracaséine et le caséinomacropéptide (CMP) constitué de 65 acides aminés. Une phase

Chapitre2 : Caractéristiques des fromages

secondaire pendant laquelle les micelles de caséine, dont la charge est modifiée après hydrolyse de la caséine κ , s'agrègent pour former le gel appelé caillé. Une fois le gel obtenu, la coagulation se poursuit en une phase tertiaire d'organisation et de réticulation du gel mettant en jeu les liaisons intermoléculaires, dénommée phase de durcissement en fromagerie (Ikonen, 2000) .

b. Les protéases d'origine végétale

On connaît de très nombreuses préparations coagulantes provenant du règne végétal ; elles sont extraites par macération de divers organes de plantes supérieures. Parmi les espèces européennes, on peut citer le gaillet, l'artichaut, le chardon qui ont été et (ou) sont encore utilisés dans des fabrications de fromages fermiers, en particulier dans l'ouest du bassin Méditerranéen (Espagne, Portugal) . D'autres extraits coagulants ont été obtenus à partir de plantes tropicales : les plus connus sont les ficines, extraites du latex du figuier, la papaïne, extraite des feuilles du papayer, la bromélaïne, extraite de l'ananas. D'une façon générale, ces diverses préparations végétales ont donné des résultats assez décevants en fromagerie car elles possèdent le plus souvent une activité protéolytique très élevée, qui se traduit par l'apparition des inconvénients technologiques majeurs précédemment signalés. L'activité coagulante est d'autre part très variable car elle est fortement influencée par l'état de maturité de la plante et par les conditions de collecte et de stockage. De ce fait, l'emploi de ces protéases coagulantes est toujours resté limité aux aires locales de production (Veisseyre, 1979).

II.2.1.2.3 . Caractéristiques des différents gels obtenus

_ Propriétés de coagulum obtenu par voie enzymatique : Le gel présure est rigide, de grande cohésion, contracté et imperméable.

_ Propriétés de coagulum obtenu par voie acide : Le coagulum formé par voie acide possède des propriétés rhéologiques caractéristiques : il est friable, peu élastique, son raffermissement est très limité et très long, sa porosité est bonne, sa perméabilité élevée, mais son aptitude à l'égouttage est limitée (Ramet, 1985).

II.2.1.3. Coagulation mixte

Résultat de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification lactique. Dans la pratique industrielle, un gel mixte peut être obtenu selon deux techniques:

_ Soit emprésurant un lait au cours de l'acidification, la coagulation est alors généralement,

plus rapide et le gel ainsi obtenu offre des caractères intermédiaires entre un gel présure et un gel lactique.

_ Soit en laissant s'acidifier naturellement un caillé emprésuré, ce qui permet à ce dernier d'acquérir progressivement les caractères lactiques (**Veisseyre, 1979**).

II.2.2. Egouttage

L'égouttage est un phénomène dynamique qui se caractérise par la quantité de lactosérum éliminé durant le temps. En effet, il fixe les caractéristiques physiques (pH et aw) et chimique du caillé et par conséquent l'affinage du fromage (**Weber, 1997**).

Le processus d'égouttage est lié à des facteurs directs correspondant à des traitements de types mécanique et thermique, des facteurs indirects (acidification et coagulation enzymatique) et des facteurs liés à la matière première (richesse en caséine laitière, en protéines solubles et en matière grasse) (**Ramet 1986 et 1997**).

II.2.3. Salage

Le salage constitue une phase importante de la fabrication de beaucoup de fromage à l'exception de la plupart des fromages frais qui ne sont pas salés; il consiste à enrichir la pâte en chlorure de sodium, au taux moyen de 2% (**Ramet, 1985**), elle peut s'élever à 3-4% (**Alais et Linden, 1997**).

On reconnaît habituellement au chlorure de sodium incorporé dans le fromage un triple rôle:

_ il complète l'égouttage des fromages en favorisant le drainage de la phase aqueuse libre de la pâte. Il modifie également l'hydratation des protéines et par là intervient dans la formation de la croûte.

_ Il agit soit directement, soit par activité d'eau (Aw) interposée sur le développement des microorganismes, et l'activité des enzymes et de se fait agit sur la phase d'affinage dans son ensemble.

_ Il apporte son goût caractéristique et la propriété d'exalter ou de masquer la sapidité de certaines substances apparaissant au cours de maturation du fromage (**Eck et coll., 1975**).

Il existe en pratique quatre méthodes de salages (**Mansour et Alais, 1971 et Lamber, 1988**) :

_ Le salage à sec.

_ Le salage par incorporation du sel au caillé broyé avant le moulage.

_ La dissolution du sel dans le lait avant l'emprésurage ou mélange d'eau salée au lait avant coagulation

Chapitre2 : Caractéristiques des fromages

_ Le salage en saumure du fromage moulu.

II.3. Classification des fromages

II.3.1 Classification du codex alimentaires:

La classification d'un fromage, tel que défini par les normes du codex alimentaire CODEX STAN A-6-1978 est obtenue après application des trois formules suivantes :

- (Formule I): Selon la fermeté qui appartient à l'intervalle de 69 à 51 % d'où la pâte molle évolue jusqu'à la pâte extra dure, cette classification est portée selon la teneur en eau dans le fromage dégraissé (TEFD).
- (Formule II): La deuxième classification est classée selon la teneur de la matière grasse par rapport à l'extrait sec total.
- (Formule III) : La troisième classification les fromages sont classés en trois catégories différentes selon l'affinité du fromage.

Le Tableau 3 : donne la classification des fromages en fonctions des différents types de coagulations et d'égouttages (**Vignola, 2002**).

Classification suivant le type de coagulation		
	Techniques	Caractéristiques de la caillebotte
Caillé lactique	Faible quantité de présure Température de coagulation de 18-28°C Temps de coagulation entre 4 et 20h pH de décaillage 4,6-5,0	<ul style="list-style-type: none">• Riche en eau, pauvre en calcium• Faible cohésion• Durée de conservation limitée
Caillé présure	Forte quantité de présure Température de coagulation de 30 à 40°C Temps de coagulation entre 20 et 60 mn pH de décaillage 6,0 à 6,7	<ul style="list-style-type: none">• Egouttée, riche en calcium• Elastique et souple• Apte à l'affinage
Classification suivant le type d'égouttage		
	Techniques	Caractéristiques du fromage
Egouttage lent	<ul style="list-style-type: none">• Mise en moule avec ou sans coupage• Séparation de sérum par filtration, ultra filtration ou centrifugation	<ul style="list-style-type: none">• Riche en eau• Petit format• Conservation limitée à quelques semaines• Texture friable ou molle
Pâte pressée (non cuite)	<ul style="list-style-type: none">• Décaillage, brassage du caillé• Prépressage• Mise en moule• Pressage	<ul style="list-style-type: none">• Humidité intermédiaire• Format restreint (environ 1 Kg)• Affinage de quelques mois• Texture souple et moelleuse

II.4. Caractéristiques des fromages

Les caractéristiques sensorielles des fromages sont une préoccupation importante des filières. La qualité sensorielle des fromages varie en fonction de la technologie de fabrication et des caractéristiques chimiques et microbiologiques de la matière première mise en œuvre. Ces dernières dépendent elles-mêmes de nombreux facteurs d'origine génétique, physiologique, alimentaire etc. Par exemple les vaches de race normande, Brune, ou Montbéliarde produisent un lait plus riche en protéines et de meilleure aptitude fromagère que celui de vaches Holstein conduites dans les mêmes

conditions (**Froc et al., 1988, Mistry et al., 2002**). Le gel obtenu après adjonction de présure est plus ferme et les rendements fromagers sont plus élevés. L'essentiel de cet effet est lié d'une part aux différences de teneurs en caséines des laits d'une race à l'autre et d'autre part aux variations du polymorphisme génétique des lactoprotéines et en particulier à la fréquence du variant B de la caséine κ . En effet, il est maintenant bien établi que les variants de cette caséine, dont la fréquence diffère fortement d'une race à l'autre, influencent l'aptitude à la coagulation des laits (**Grosclaude 1988, Macheboeuf et al., 1993**).

III.1. Produits laitiers traditionnels en Algérie

La fabrication de produits laitiers est traditionnelle en Algérie. Les produits laitiers traditionnels algériens ont été peu caractérisés. Ils sont cousins de produits laitiers largement consommés dans beaucoup de pays méditerranéens et subsahariens (**Koussou et al, 2007, Abou-Donia, 2008**). En Algérie, laits fermentés et fromages sont fabriqués traditionnellement le plus souvent par les femmes à la maison (**Medouni et al, 2005**) et servent à l'autoconsommation; le surplus pouvant être vendu (Bencharif, 2001). Plusieurs produits traditionnels sont en voie de disparition pour différentes raisons dont la non disponibilité fourragère, l'exode rural et le changement des habitudes alimentaires (**Aissaoui, 2006, Khaldi et al., 2006**). Ceux dont l'usage est le plus répandu, comme le Rayeb et le Jben, tout en gardant le même nom, changent de procédé technologique du fait de leur industrialisation (**Guizani et al, 2001, Benkerroum et Tamine, 2004**).

III.1.1 Lben

La préparation du *Lben* débute par la coagulation en *Rayeb* (pendant 24h à 72h selon la saison), le *Rayeb* peut être consommé tel qu'il est ou subir un barattage et un écrémage dans une peau de chèvre ou de brebis *Chekoua* ou *Kerba* en égypt. la peau de l'animal non fondue est tannée puis confectionnée sous forme de sac imperméable par nouaison des différentes ouvertures, l'ouverture du cou de l'animal constituera le col ou la bouche de la *Chekoua* (**Aissaoui et al., 2006, Benkerroum et Tammime, 2004**).

Actuellement le barattage traditionnel est remplacé par l'utilisation des mixeurs électriques équipé par des agitateurs et des moteurs, ils prennent l'avantage de la réduction de l'activité physique lors du barattage ainsi que la facilité du nettoyage. Pendant le stockage et après 2 à 3 jours, Lben s'altère et son acidité augmente, pour éviter sa perte ; le produit est chauffé jusqu'au la séparation du lactosérum, la phase aqueuse est séparé et le coagulum séparé, est appelé *Klila* qui est consommé comme un fromage frais, ou utilisé comme un ingrédient dans les préparations culinaire après découpage et séchage, l'égouttage du sérum diminue l'acidité, et le traitement thermique favorise la sécurité microbiologique du produit .

III.1.2. Fromages

Différents fromages traditionnels existent, depuis l'antiquité, dans les pays méditerranéens. Beaucoup d'entre eux sont produits dans des zones géographiques limitées et ne sont consommés localement ; d'autres, ont dépassé les limites de leurs localités et villages

Chapitre 3 : produits laitiers traditionnels en Algérie

et même, de loin, celles de leur pays d'origine. En Algérie, au moins dix types de fromages traditionnels de différentes régions du pays sont actuellement recensés. Les plus connus sont seulement ceux portant les dénominations « Djben » et « Klila », probablement très répandus et utilisés dans l'ensemble des pays du Maghreb. Parmi les moins connus, ont été identifiés les fromages tels Bouhezza, M'chouna, et Medghessa dans le nord-est de l'Algérie (région des Chaouia), Takemerit et Aoules au sud et Igounenes au nord centre (région Kabyle) (Agioux L,2003).

III.1. 2. 1. Les fromages traditionnels les plus connus en Algérie

III.1. 2. 1. 1. Jben

C'est un fromage frais, traditionnel dans le Nord algérien. Cette dénomination regroupe des trajectoires technologiques très différentes, aboutissant à des produits aux caractéristiques très variées. Nous n'avons pas trouvé de publication portant sur la caractérisation du Jben algérien. Traditionnellement, il y a une étape d'acidification spontanée, à température ambiante, pendant 24 h à 72 h selon la température, comme celle conduisant au Rayeb, comme le montre la figure 35. Traditionnellement, le fromage Jben est fabriqué avec du lait cru de brebis ou de chèvre, acidifié spontanément et coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale issues des fleurs de cardon (*Cynara cardunculus* L), d'une plante épineuse sauvage (*Cynara humilis*) ou d'artichaut (*Cynara scolymus*), ou du latex de figuier (*Ficus carica*) ou des graines de citrouille. Les fleurs entières sont mises à macérer dans le lait. Le végétal est utilisé pour accélérer la coagulation et pour donner un certain goût au fromage. La variété végétale utilisée varie d'une région à l'autre; elle donne un goût et une texture appréciés par les gens de la région concernée Le caillé est ensuite égoutté et salé ou non. Comme décrit au Maroc par Benkerroum et Tamine (2004), le Jben peut aussi être artisanalement fabriqué sans coagulation du lait cru par voie enzymatique; dans ce cas, le lait cru est seulement coagulé par l'acidification spontanée, puis le caillé est égoutté pendant 2 à 3 jours pour obtenir la consistance désirée. Des additifs peuvent être ajoutés après égouttage et salage (ail, persil, poivre,...). Le fromage obtenu correspond dans d'autres pays arabes au fromage nommé Jibneh Beida (Agioux L,2003).

III.1. 2. 1. 2. Klila

La klila est préparée à partir du lben chauffé sur feu doux pendant 12 minutes environ pour favoriser la séparation du caillé et du lactosérum et accélérer le processus d'égouttage. Le lait caillé est égoutté dans un tissu fin. La klila peut être consommée à l'état frais ou additionnée à

certaines plats traditionnels après avoir été coupé en petits cubes et séchés au soleil (**Touati, 1990**).

III.1. 2. 1. 3. Bouhezza

Ce type de fromage est répandu dans le territoire de l'Aurès (zone Chaouia). Il est fabriqué à partir de lait de chèvre, de vache ou de brebis baratté et écrémé (lben) (**Touati, 1990 Et Hallal, 2001**). Le salage, l'égouttage et l'affinage sont réalisés simultanément dans une outre perméable (Chekoua) avec incorporation de poudre du piment rouge, la fabrication de bouhezza dure plusieurs semaines à plusieurs mois, il a un goût acidulé fort caractérisé au fromage (**Zaidi, 2002**).

III. 2. 1 Intérêt générale de l'étude des fabrications traditionnelles

Nos ancêtre fabriquaient leur propre fromage de manière artisanale en faisant appel instinctivement au même principe technologique que celui utilisé actuellement à l'échelle industrielle. En effet ils utilisaient un principe actif à activité coagulante (estomac d'agneau séché, fleur de cardon sauvage, latex de figuier, et coagulation acide). Ils fabriquaient des fromages de différents lait disponible mais malheureusement ce savoir faire tend à disparaître (**Agroligne, 2001**).

Il est peut être temps de penser à valoriser et industrialiser ces produits de terroir qui manquent au palais du consommateur local, enfin sachons que la maîtrise de la technologie de production est un acquis précieux au service de l'industrie laitière.

Elle peut permettre d'énormes progrès dans la filière et être d'une aide économique non négligeable. Cependant la bonne santé de cette industrie ne peut se faire sans la contribution des acteurs impliqués : éleveurs agriculteurs, industriel et scientifiques. La participation de tous permettra peut être un jour au fromage traditionnels de dépasser les frontières comme ce fut le cas pour le feta grec le *Quarg* anglais et le *Serena* espagnol et enfin construire un lien entre tradition et modernité.

Plusieurs végétaux sont utilisés pour la fabrication du fromage surtout le chardon Marie appelé Hakka.

IV. Le chardon marie

IV.1. Présentation du Chardon marie (*Silybum marianum* (L).

La chardonnette est une plante vivace sauvage proche du cardon et de l' artichaut, aux feuilles recouvertes de piquants et les fleurs d'aiguilles très agressives longues de 2 à3 cm , et comme toutes ces plantes recouvertes de piquants , c'est qu'elles protègent un trésor (comme la figue de barbarie) le trésor de la chardonnette se trouve dans sa fleur , ses fleurons violet qui en séchant se détachent facilement (toute fois en se munissant de gants de cuir) ceux sont toutes ses inflorescences qui servent de caille lait , tous les ans , en été, récupérées et bien séchées à l'ombre sont utilisées pour le prochain été (**Marie,2016**) .



Figure1 : le chardon marie

IV.2. Systématique

La systématique du chardon marie selon (**Deysson, 1979**), (**Anonyme,2007**), (**Guignard, 1998**) , (**Spichiger ET AL,2000**),est comme suit :

Embranchement	Phanérogames
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae (Composées)
Sous-famille	Tubuliflores
Genre	Silybum
Espèces	Silybum marianum (L). Gaer

IV.3. Origine

Le Chardon marie est endémique à la région méditerranéenne (**Hauf, 1982**). Selon (**Bayer et Buller, 1990**), il s'étend de la mer à 700-1100 m d'altitude sur les terrains incultes secs et rocaillieux de toute l'Europe occidentale (au nord jusqu'au Danemark) et méridionale, ainsi qu'en Afrique du Nord. Le chardon marie est cultivé dans les jardins ornementaux (**Roche ,1991**).

Selon (**Quezel et Santa ,1963**) cette plante est cosmopolite, préfère les sols secs et les endroits chauds et ensoleillés. On la trouve dans les champs, les terrains incultes, les décombres et les bords des routes. En Algérie, le chardon marie est particulièrement répandue dans les hauts plateaux, la steppe, le sud de l'Atlas saharien, les pâturages sablonneux et les lieux un peu humides.

Chapitre 4 :Utilisation du chardon marie

Selon (**Sindel, 1991 et Gabay et Al ,1994**), le chardon marie est aujourd'hui répandu en Amérique du Nord, si bien qu'on le trouve tant au Canada qu'au Mexique, la Nouvelle-Zélande, l'Australie, l'Afrique du Sud, le Chili et l'Argentine.

IV.4. Description morphologique

Mêlés à toutes les autres plantes qui foisonnent le long des champs et des routes, dont beaucoup sont aussi imposantes qu'eux, les chardons marie se reconnaissent à leurs belles têtes violacées qu'entourent les collerettes un peu défraîchies de leurs longues bractées épineuses (**Beniston, 1984, Luper 1998 et Pepping, 1999**).

IV.4.1. Racines

D'après (**Sindel, 1991**), la plante Chardon marie est caractérisée par une racine pivotante, forte, longue, épaisse et fibreuse.

IV.4.2.Tiges

Généralement ramifiée, atteignant environ 20 à 150 cm de haut, porte peu de feuilles sur la partie supérieure (**Hauf, 1982, Guittonneau et Huon, 1983 et Caremes, 1990**).

IV.4.3. Feuilles

Selon (**Bayer et Buller 1990**) et (**Caremes, 1990**), le chardon marie est caractérisé par ses grandes feuilles vert pâle brillantes, tachées de blanc lobées et ondulées, sont bordées de dents épineuses à pointe jaune très acérée. Les feuilles de la base sont pétiolées, découpées en lobes à bords dentés épineux, en rosettes, très grandes d'environ 1 m (**Sindel, 1991**). Les feuilles supérieures sont plus petites et plus étroites réduites et embarrassantes, à bord moins découpé, mais très épineux. Elles présentent toutes de nombreuses nervures blanches, donnant l'impression que la feuille est maculée de lait (**Caremes ,1990**).

IV.4.4. Fleurs

Selon (**Guittonneau Et Huon ,1983**), elles sont toutes tubuleuses réunies en capitules terminaux, solitaires, dépassant souvent 6cm de diamètre, dont la plupart sont pourvues d'une forte épine atteignant jusqu'à 5cm et se réfléchissant vers l'arrière. La corolle est dentée de couleur pourprée, 5 étamines formant un tube autour du style (**Guignard, 1998**).

IV.4. 5. Floraison

La floraison est caractérisée par une inflorescence parsemée de capitules, par une pollinisation autogame et par une répartition hermaphrodite (**Guittonneau Et Huon ,1983**).La période de la floraison s'étale du mois d'octobre jusqu'au printemps, elle dure environ deux mois (**Dodd, 1989**).

IV.4.6. Fruit

Selon (**Guittonneau et Huon 1983**), les fruits sont des akènes luisants, de 6 à 7 mm, plats, lisses, et brillants et la couleur s'étend du noir au brun chiné ou marbré de jaune, surmontés d'une aigrette blanche. D'après (**Sindel ,1991**), les graines ont une aigrette, tombent quand les graines mûrissent.

IV.5. Reproduction

Le Chardon marie se reproduit par la graine. Les bourgeons non ouverts et entièrement formés de fleur produiront des graines attachées à la plante (**Groves et Kaye 1989, Sindel, 1991**).

IV.6. Caractéristiques botaniques

Le Chardon Marie est une plante annuelle ou bisannuelle qui peut atteindre 1,5 mètre de haut. On remarque ses feuilles brillantes, vertes marbrées de blanc, aux lobes découpés dont le bord denté est pourvu d'épines.

Les tiges ramifiées à leur extrémité portent des touffes bien fournies de fleurs tubulaires ; ces capitules ont des bractées épineuses fortement recourbées en arrière.

Les fruits (akènes) oviformes, de couleur beige ou brune, sont entourés d'une coquille ; ils portent des aigrettes légèrement pendantes de poils soyeux et blancs (= pappus, du grec pappos = homme aux cheveux gris) (**Dodd, 1981**).

IV.7. Constituants :

Flavolignanes : silymarine, silybine, silydianine, silychristine (les agents protecteur du foie)

- Flavonoïdes : quercétine, kaempférol, apigénine, etc.
- Amines : tyramine, histamine, etc.
- Lipides : huiles fixes (30% acide oléique, 6% acide palmitique), phytostérols.
- Glucides (38%) – amidon principalement.
- Protéines (23%), **(1)**.

IV.8. La force de la présure

IV.8.1. Définition

la force coagulante est le nombre de volumes de lait coagulé par un volume de présure en 40 minutes à 35°C.

IV.8.2. calcul

Si l'on a pris un volume “v” de présure, un volume “V” de lait et mesuré un temps de coagulation en secondes, on calcul :

$$\frac{2400 V}{T_v}$$

En pratique, la force de la présure liquide doit être de 1/10.000 (1 litre de présure coagule 10.000 litres de lait à 35°C en 40 minutes) **(2)**.

IV.8.3. le temps de caillage

le temps de caillage est la période qui s'écoule entre le moment de l'emprésurage et la fin de la coagulation qui peut être déterminé de deux manières :

- En plaçant la rivière de la main à la surface du caillé si la consistance est bonne et le lait n'adhère plus aux doigts la coagulation est finie.
- Technique de la boutonnière : plonger l'index dans le caillé et le relever lentement afin de former une petite menticule qui se fond pour former une boutonnière.
- Le test à l'aide du couteau permet d'évaluer la fermeté du coagulum **(3)**.

I.1. Introduction

L'objectif principal de cette étude est d'essayer l'optimisation de la coagulation du lait pour la fabrication d'un fromage frais traditionnel de qualité en utilisant le broyat de feuilles de chardon marie.

De manière spécifique, il s'agit de déterminer la dose et les conditions d'utilisation de cet agent coagulant en déterminant la force de coagulation, et donc la quantité de poudre de Chardon Marie à utiliser pour la coagulation.

Passer de plusieurs heures à quelques minutes.

I.2. Matériels et méthodes

I.2.1. Matériels

- **lait**

La matière première utilisée pour la fabrication du fromage traditionnel est le lait frais de vache. Ce lait de la traite du jour provenant de la ferme Hassi Mameche, Mostaganem.

- **Lben**

Lben : commercial de la marque Hodna.

- **Coagulant**

Les feuilles séchées de chardon marie ramené de la région de Ain Sefra sont pesées et broyées.

I.2.1.1. Matériel de laboratoire

Balance.

Bain-marie.

Thermomètre.

Béchers.

Pipette

Seringue graduée.

Réactifs (l'eau distillé, phénolphtaléine, NAOH N/9, CaCl_2 , NaCl).

I.2.2 Méthodes

I.2.2.1. Préparation de la solution de présure

Chapitre 1 : Matériel et Méthodes

On a pesé 5g puis 10g de chardon marie

On a broyé le chardon marie.

- Solution 1 :

On a laissé 5g de poudre de chardon marie macérer 3 jours dans 500 ml d'eau distillée avec 10 G de sel et 8 g de CaCl_2 .

On a filtré les solutions

- Solution 2 :

On a laissé 10g de poudre de chardon marie macérer 3 jours dans 500 ml d'eau distillée avec 10g de sel et 8 g de CaCl_2 .

On a filtré les solutions de présures.

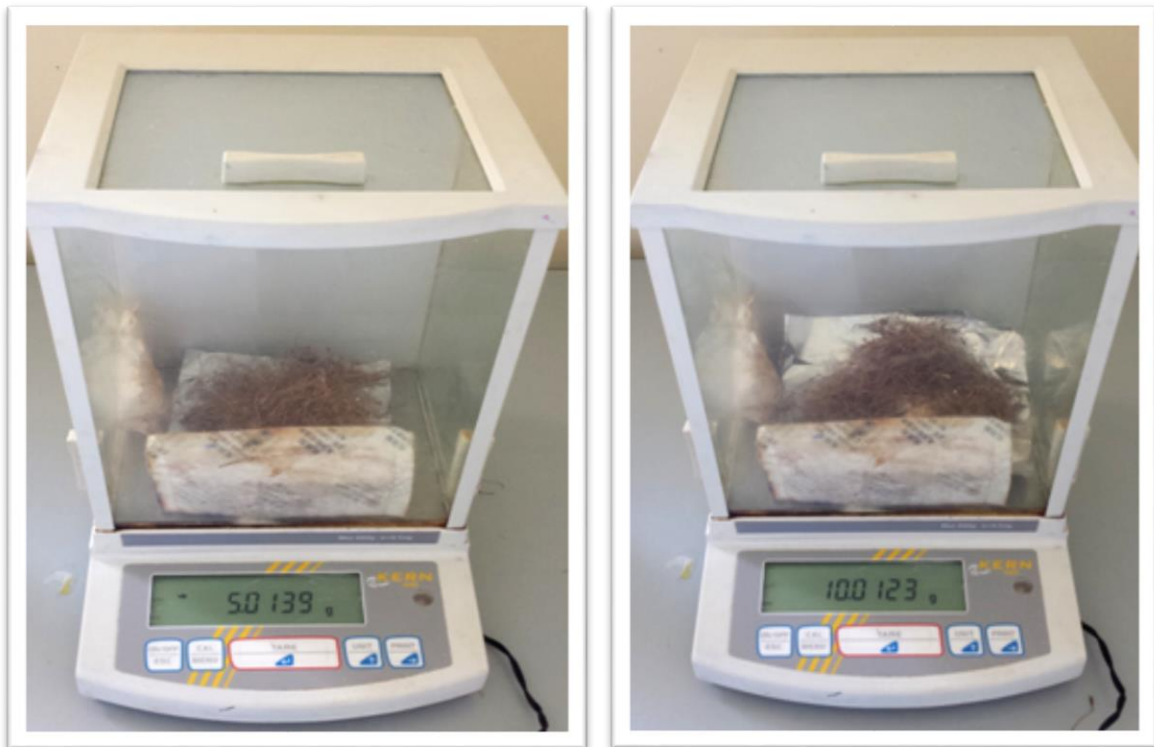


Figure2 : Pesée des feuilles séchées de chardon marie 5g et 10g.

I.2.2.2. Calcul de la force de la présure

- On a mis 250ml de lait dans un bécher puis le plonger dans un bain marie à 40°C
- On a ajouté 5ml de la solution de présure 1.
- On a déclenché le chronomètre
- On a maintenu le bécher dans le bain-marie, l'incliner et lui faire effectuer une légère rotation de façon à ce qu'il y ait un film de lait sur les parois du flacon. Lorsqu'un début de floculation apparaît, on aarrêté le chronomètre.

Chapitre 1 : Matériel et Méthodes

- On a refait la même chose avec la solution de présure 2.



Figure 3: Ajout de la solution de la présure au lait.

On a calculé la force de la présure (F) selon la formule suivante :

$$\frac{2400 V}{Tv}$$

F : force de présure.

V : volume de lait en ml.

v : volume de présure en ml.

T : temps de floculation (coagulation) en secondes.



Figure 3 : Réchauffement du lait au bain marie

I.2.2.3. Ensemencement

I.2.2.3.1 Répartition du lait

On a réparti le lait dans 10 béchers chaque bécher contient 200ml de lait.

On a ajouté des différentes doses de Lben dans chaque bécher pour les deux séries

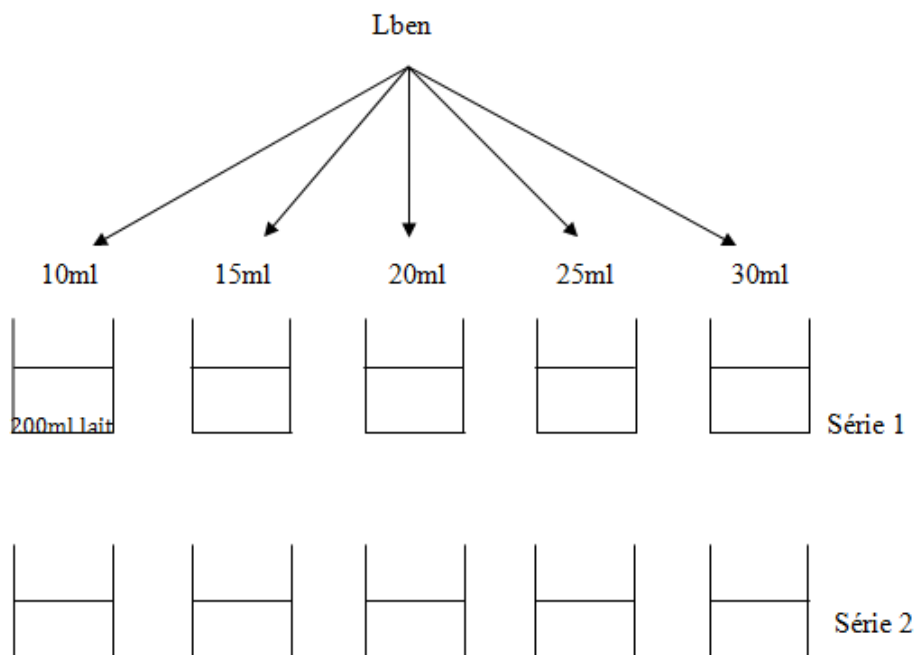


Figure 4: la répartition du lait et l'ajout des différentes doses de Lben

I.2.2.3.2. Mesure de l'acidité

On a introduit 10ml de lait dans un bécher

On a ajouté 2 gouttes de phénolphtaléine

On a fait couler goutte à goutte la solution NAOH N/9 dans le bécher jusqu'à l'apparition de la couleur rose.

On a lu sur la colonne graduée le nombre de ml utilisés, ceci donne l'acidité du lait en degré Dornic.

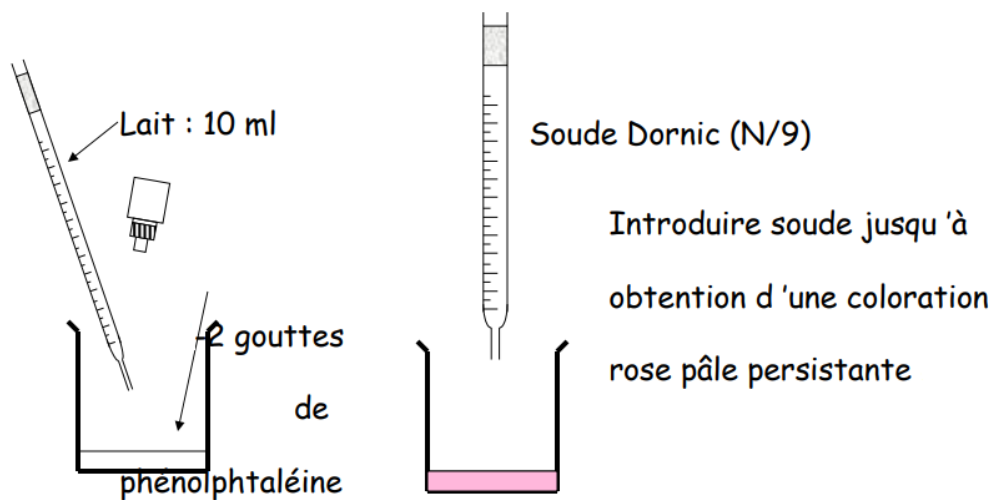


Figure 5 : Mesure de l'acidité Dornic

I.2.2.3.3. Ajout de la présure

On a ajouté 5ml de solution de présure dans les deux séries.

La solution 1 de la présure pour la série 1.

La solution 2 de la présure pour la série 2.

I.2.2.3.4. Calcule de la force de la présure

On a calculé le temps de coagulation des deux série.

On a calculé la force de la présure des deux séries.

Résultats

II.1. la force de la présure

II.1.1. Le temps de coagulation

T1 : le temps de coagulation du lait avec la solution de la présure 1.

T2 : le temps de coagulation du lait avec la solution de la présure 2.

- T1 =120s
- T2 =60s

II.1.2. Calcule de la force de la présure

$$F1=(2400.250) \div (120.5) \implies F1=1000$$

$$F2=(2400.250) \div (60.5) \implies F2=2000$$

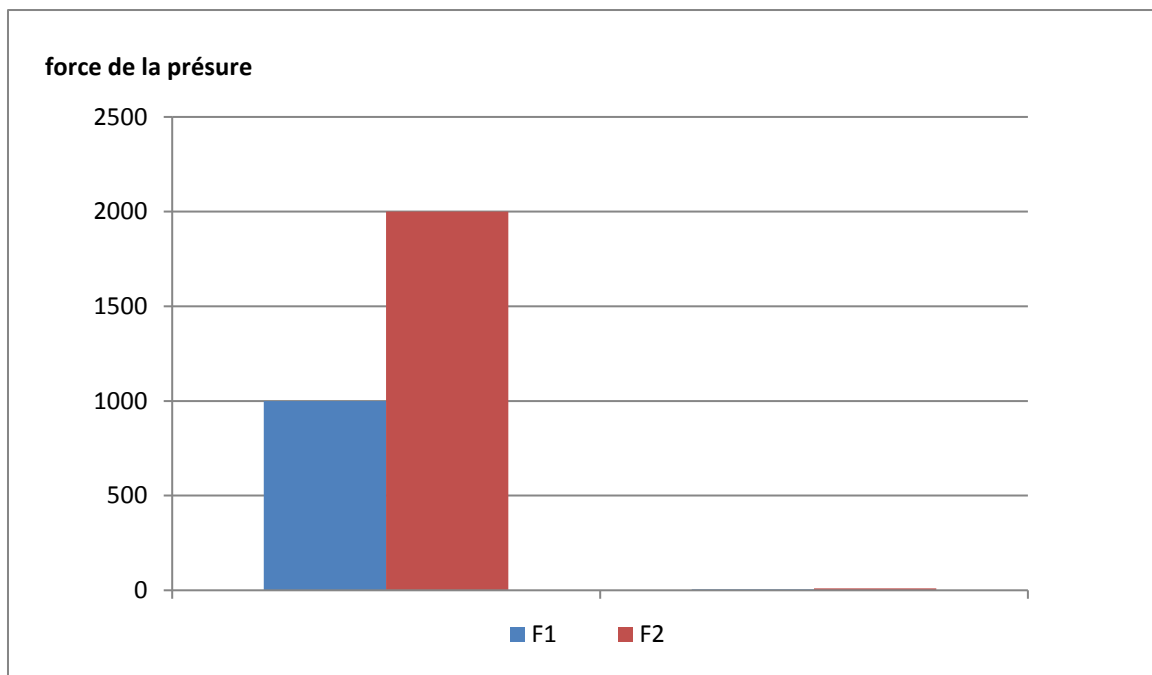


Figure 6 : Force des deux solutions de présure

$$F1 = 1000$$

$$F2=2000$$

En augmentant la dose de la présure le temps de coagulation est réduit donc la force de la présure a augmenté.

II.2. Acidité

Série 1

L'acidité de la série 1 est la même que l'acidité de la série 2

S1E1 :200ml de lait +15ml de lben

S1E2 :200ml de lait +20ml de lben

S1E3 :200ml de lait +25ml de lben

S1E4 :200ml de lait +30ml de lben

S1E4 :200ml de lait +35ml de lben



Figure7 : Mesure de l'acidité

Chapitre 2 : Résultats

Tableau 4 :L'acidité du lait additionné de Lben

Série 1	S1E1	S1E2	S1E3	S1E4	S1E5
Acidité °D	36	39	42	44	46

L'acidité augmente avec l'augmentation de la dose de Lben.

II.3.1. Force de la présure

Série1

S1E1 :200ml de lait +15ml de lben +15ml de la solution 1 de présure.

S1E2 :200ml de lait +20ml de lben +20ml de la solution 1 de présure.

S1E3 :200ml de lait +25ml de lben +25ml de la solution 1 de présure.

S1E4 :200ml de lait +30ml de lben +30ml de la solution 1 de présure.

S1E4 :200ml de lait +35ml de lben +35ml de la solution 1 de présure.

Série2

S2E1 :200ml de lait +15ml de lben +15ml de la solution 2 de présure.

S2E2 :200ml de lait +20ml de lben +20ml de la solution 2 de présure.

S2E3 :200ml de lait +25ml de lben +25ml de la solution 2 de présure.

S2E4 :200ml de lait +30ml de lben +30ml de la solution 2 de présure.

S2E4 :200ml de lait +35ml de lben +35ml de la solution 2 de présure.



Figure 8 : La coagulation du lait additioné de Lben.

Tableau 5: Le temps de coagulation et la force de la présure.

	E2S1	E2S2	E2S3	E2S4	E2S5
T(s)	110	106	84	61	60
F	916.36	973.58	1257.14	1770.49	1840

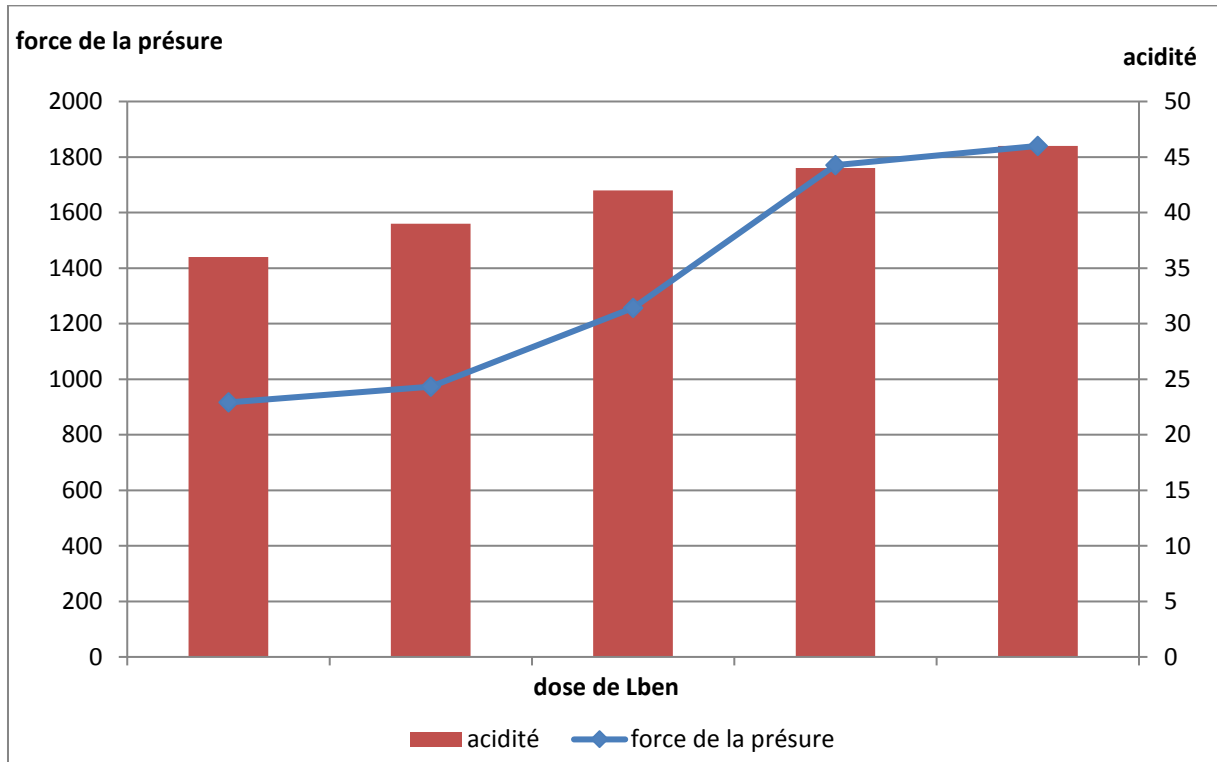


Figure 9 : L'évolution du temps de la coagulation et de la force de la présure.

La force de la présure augmente avec l'augmentation de la dose de Lben (augmentation de l'acidité).

Discussion

Dans la pratique actuelle de la fabrication du fromage traditionnel le lait est laissé à température ambiante avec tous les risques de la contamination.

Laisser le lait s'acidifier, comme l'a fait AUFSBERG, n'est peut être pas toujours un processus heureux, parce que nous ignorons tout de la flore du lait mis en expérience.

Réduire le temps de l'acidification protégerait le lait des contaminations, cette réduction du temps d'acidification est atteinte en ajoutant du Lben.

Nos résultats montrent que la meilleure acidité est atteinte avec 8% de Lben.

C'est le lait à 46°D avec le quel nous avons obtenu le meilleur temps de coagulation

Nous estimons que le meilleur fromage sera donc obtenu avec du lait pasteurisé additionné de Lben pasteurisé, de ce fait, tous les risques d'intoxication ou de contaminations sont écartés, d'autant plus que la dose de HAKKA est déterminée à raison de 20ml par litre de lait, de la solution à 10g de poudre pour 500ml d'eau.

En augmentant la dose de la présure le temps de coagulation est réduit donc la force de la présure a augmenté. Ce qui est confirmé par Talantikite en 2015, il existe une règle approximative de proportionnalité entre la dose de présure et l'inverse du temps de floculation : plus la dose est forte plus le temps est court.

Nous remarquons aussi que l'activité coagulante du chardon marie est liée à l'acidité du lait ce qui a été déjà confirmé par différents auteurs.

Conclusion

Pour améliorer et optimiser les paramètres de la fabrication du fromage traditionnel, JBEN, on supprimé la phase de maturation, étape essentielle avant la coagulation, même en industrie.

Cette étape est remplacée par du Lben commercial

La deuxième et aussi importante, est l'utilisation de l'agent coagulant, le chardon de Marie, utilisé empiriquement, pour le quel nous proposons une utilisation rationnelle.

Avec ces résultats, les risques liés aux problèmes de santé pourraient être réduits, sinon éliminés

Références bibliographiques

A

Abi azar R., 2007 : Complexassions des protéines laitières par les extraits de gousses vertes de caroubier Propriétés technologiques des coagulums obtenus. 196p. thèse doctorat.

Agroparistech.

Alais (C.), 1975 : Sciences du lait. Principes des techniques laitières. Ed. Sepaic, PARIS-F.

Alais., 1984 : Sciences du lait : Principes des techniques laitières- 4e édParis: SEPAIC, 814p.

Agieux L.,2003 :conception et validation d'un outil d'aide à l'estimation de l'état sensoriel des fromages en cours d'affinage. 192p. thèse doctorat. Institut National Agronomique de Paris Grignon

B

Bayer, E. et Buller, K. P., 1990 :Guide de la flore méditerranéenne : caractéristiques, habitats, distributions et particularités de 536 espèces. Ed. Delachaux et Niesthe Paris, p 222.

Bourgeois C, Mescle J F et Zucam ; 1990 : Microbiologie Alimentation ; Aspect microbiologique de la sécurité de la qualité alimentaire. Paris ; Lavoisier : Techniques et Documentation – 422p

Brule G., Lenoir J. et Ramet J.P., 1997 : Les mécanismes généraux de transformation du lait en fromage, chapitre I, la micelle de caséine et la coagulation du lait. Pp. 7 à 39. Dans le fromage. Coord. ECK A., et GILLIS J.C. 3ème édition Tec et Doc. Lavoisier. 875 P.

C

Caremes, C., 1990 :Les adventices des cultures méditerranéennes en Tunisie, leurs plantules, leurs semences. Publication agricole n° 27,.,p 102-103.

Cayot P, Lorient D., 1998 : Structure et techno fonction des protéines de lait. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, 363p .

D

Dodd, J., 1989 ;Phenology and seed production of varbegatee thistle.*Silybum marianum* (L) Gaertn., in Australie in relation to mechanical an biological control. Weed

Research 29 , pp 255-263.

Dr J.P. Ramet: La fromagerie et les variétés de fromages du bassin Méditerranéen, étude fao production et santé animales 48. m-26 isbn 92-5-202169-8

E

Eck A., Gillis J.C., 1997 ; Le Fromage, De la science à l'assurance qualité ; 3e éd-Paris, 891p.

Ernstrom, C.A., et Wongt, N.P., 1983 : Milk clotting enzymes and cheese chemistry. In: Fundamentals on dairy chemistry. Ed., B.H. Webb, A.H. Johnson and J.A. Alford .2ème ed., the Avi publishing Company Inc, p. 662-771, 929p

F

Fao/Oms., 2000 : Codex Alimentarius : Lait et produits laitiers, 2e édition- Rome : FAO ; OMS- 136p.

Froc J., 2001 : Des jus de fruits ou de plantes pour faire du fromage. INRA mensuel n°110, 41-42.

G

Gelais ST-D. Tirard-Coller P., Belanger G., Drapeau R., Couture R., 2002 : Le fromage In Science et technologies du lait transformation du lait par Vignola Carole L. presse internationale polytechnique. 349-413pp

Goursaud J., 1985 : Composition et propriétés physico-chimiques. In : LUQUET F.M., Lait et produits laitiers. 1ère éd. Paris : Technique et documentation Lavoisier. Vol.1, 1-90.

Guiraud J.P., 1998 : Microbiologie Alimentaire. Ed Dunod, Paris, 652p.

Guittonneau, G. et Huon, A., 1983 : Connaître et reconnaître la flore et la végétation Méditerranéennes. Ed. Ouest France, 331p.

Guignar, J.L., 1998 : Botanique. 11ème Ed. Ed Masson ,278p.

H

Herbert S. A., Riaublanc B., Bouchet D., Gallant J., and Dufour E., 1999 : Fluorescence spectroscopy investigation of acid or rennet-induced coagulation of milk. *J Dairy Sci* 82:2056 – 2062 .

Hauf, M., 1982 : Les adventices d'Europe, leurs plantules, leurs semences. Ed BASF. 90p.

L

Lo Piero A.R., Puglisi I. Et Petrone G., 2002 : Characterization of lettuce, a serine-like protease from *Lactuca sativa* leaves, as a novel enzyme for milk clotting. *J. Agric. Food Chem.* 50: 2439- 2443.

Luquet .F. M Et Corrieu .G., (2005) :Bactéries lactiques et probiotiques. Edition Tec 8c Doc, Lavoisier. Paris 307p.

M

Mahaut M., Jeantet R., Schuck P.Et Brule G., 2000 : Les produits industriels laitiers Ed Tec et Doc. – Lavoisier : pp. 26-40.

Mansour et Alais C., 1971 :Le mécanisme de salage des fromages en saumure, revue laitière française n° 290. Pp 641 à 645.

Morazzoni, P. And Bombardelli, E., 1995 :*Silybum marianum* (*Carduus marianus*). *Fitoterapia*, 66(1): p 3-49.

Mietton B., 1995 : La typologie des fromages, Symposium organisé par la fondation des Gouverneurs et le centre de recherche et de développement sur les aliments d'agriculture et Agroalimentaire Canada, octobre, 245p.

N

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 (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. *J. Food Technol.*, 7: 20-29.

R

Ramet j.p., 1985 : La fromagerie et les variétés du bassin méditerranées. 187 p.

Raynaud,S., 2006. Régulation métabolique et transcriptionnelle de l'autoacidification chez *Lactococcus lactis*. Doctorat spécialité Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries. Filière Microbiologie et Biocatalyse industrielle. Université Paul Sabatier. Toulouse, France.

Richard V.J., 1990 : Production de lait cru de bonne qualité bactériologique. *Microb-Hyg-alim* 2 (1) : 33p.

S

Sindel, B.M., 1991 : A review of the ecology and control of thistles in Australia. Weed Research. Vol.31, pp 189-201.

V

Veisseyre R., 1979 :Technologie du fromage: 3ème édition. Maison Rustique, 714 p.

Vignola C.L., 2002 : Science et technologie du lait : Transformation du lait – Montréal : Presse internationale polytechnique 600p.

W

Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, van Boekel MAJS 1999: Dairy technology : Principles of milk properties and processes. New York : Marcel Dekker Inc .

Webographie

(1) :<https://www.altheaprovence.com/blog/chardon-marie-silybum-marianum/>

(2) :<http://www.fao.org/docrep/003/x6934f/X6934F03.htm>

(3) :http://www.memoireonline.com/02/09/1989/m_stage-au-centre-professionel-dagroalimentaire-de-cite-EL-KHADRA1.html