



Licence Es-Sciences et Techniques (LST)

**TECHNIQUES D'ANALYSE CHIMIQUE ET
CONTROLE DE QUALITE
(TACCQ)**

PROJET DE FIN D'ETUDES

Valorisation de Lactosérum Production de la Ricotta

Présenté par :

◆ **Oumai youssef**

Encadré par :

- ◆ **Pr. Jamal El ALLAM (Domaine Douiet Fès)**
- ◆ **Pr. Abdeslam MELIANI (FST- Fès)**

Soutenu Le 12 Juin 2014 devant le jury composé de:

- **Pr. Abdeslam MELIANI**
- **Pr. Chakib AMEZIANE HASSANI**
- **Pr. Mme Khadija MOUGHAMIR**

Stage effectué à : Domaine Douiet Fès

Année Universitaire 2013 / 2014

Table des matières

<i>Introduction Générale</i>	3
<i>CHAPITRE I : Présentation du lieu de stage</i>	4
I. Historique	4
II. Fiche signalétique	5
III. Description de l'organisation de DOMAINE DOUIET FES	6
<i>Chapitre II : Processus de fabrication du fromage chez Le domaine de Douiet</i>	7
I. Généralités sur le fromage	8
1. Définition	8
2. Le processus de fabrication d'un fromage	8
2.4. L'affinage	11
II. Les types de fromages	11
a) Les fromages frais	11
b) Les fromages à pâte molle	11
c). Les fromages à pâte pressée	12
d). Les fromages à pâte persillée	12
e). Les fromages de chèvre	13
III. La fabrication des fromages chez le Domaine de Douiet	13
1. Processus de fabrication des fromages frais	13
2. Processus de fabrication du fromage à pâte pressée	14
3. Processus de fabrication du fromage à pâte molle	16
<i>Chapitre III : La valorisation de lactosérum Production de la ricotta</i>	17
I. Introduction	18
II. Valorisation du lactosérum issu de la fabrication fromagère	18
2.5. Etude de la matière première : le lactosérum	19
2.6. Matériels et Méthodes	20
2.7. Les analyses effectuées : analyses physico-chimiques	24
<i>Conclusion Générale</i>	30

Introduction Générale

Le besoin mondial en protéines s'accroît plus vite que le besoin alimentaire global. La production de protéines est marquée par une rareté véritable, même catastrophique dans beaucoup de pays du tiers monde, Ceci a amené les industriels laitiers à valoriser les sous-produits comme le lactosérum de fromagerie à la fois pour des raisons de rentabilité et de lutte contre la pollution.

Le lactosérum serait à l'origine de pollution grave, due à la fermentation de ses matières organique et à la diminution de la teneur en oxygène dissous dans l'eau au-dessous d'un seuil acceptable. La DBO¹ (demande biologique d'oxygène) c'est-à-dire qu'un litre de sérum nécessite 50g à 70g d'oxygène pour que ses matières organiques soient détruites par oxydation microbienne.

Les quantités de lactosérum disponibles dans le monde sont considérables, puisqu'elles représentent au moins 85% du lait transformé en fromage. La composition de ce dérivé varie avec la fabrication dont il provient.

Ce projet de fin d'études intitulé <<valorisation du lactosérum : production de la ricotta>> a été réalisé dans le laboratoire de recherche et développement du Domaine Douiet à Fès.

La ligne << fromagerie>> du Domaine du Douiet fabrique chaque mois 3461Kg de fromages (Emmental, Zouaghi, Tomme) elle utilise 40863 litres du lait par mois, ce qui entraîne la perte de 38232 litres de lactosérum qui est considéré comme un sous-produit de l'industrie du fromage.

Le choix du Domaine Douiet a été par sa position stratégique en tant que leader national dans le domaine de la fabrication et la distribution des produits laitiers.

A la fin de ce stage, j'ai rédigé un rapport descriptif contenant trois parties :

Partie 1 : consacrée à la présentation générale de l'organisme d'accueil (Domaine de Douiet).

Partie 2 : partie bibliographique qui décrit les différents types de fromage ainsi que le processus de leur fabrication chez les Domaines de Douiet.

Partie 3 : partie pratique concernant le sujet de stage : valorisation du lactosérum : production de la ricotta.

CHAPITRE I :

Présentation du lieu de stage



I. Historique

Le domaine Douiet est une exploitation agricole, qui s'étend sur une superficie d'environ 700 Ha dont 330Ha est cultivable et qui dispose de 2 forages « Ain Allah » ainsi « Bourkaize », situé à 15 Km au nord-ouest de la ville de Fès. Il est constitué de divers secteurs de production animale, agricole et laitières et emploi un effectif d'environ 800 personnes.

Chronologie de Domaine Douiet Fès

- ❖ 1970 : Création de la ferme dont la production est destiné uniquement au propriétaire.
- ❖ 1997 : Construction de la nouvelle usine de la production laitière dans le but d'élargir le champ de commercialisation et de viser une nouvelle clientèle
- ❖ 1998 : Création de trois départements distincts (élevage, horticulture et produits laitiers.)
- ❖ 2000 : Mise en place du système HACCP
- ❖ 2003 : Certification ISO 9001 version qui vise à accroître la satisfaction de ses clients.
- ❖ 2007 : Reconduite de la certification ISO 9001.
- ❖ 2007 : Certification ISO 22000 qui assure la sécurité du consommateur.



II. Fiche signalétique

Le champ diagnostic est limité au département des produits laitiers, dont la fiche signalétique est la suivante :

Tableau1 : fiche signalétique du domaine de Douiet

RAISON SOCIALE	DOMAINE DOUIET
Logo	
Forme juridique	Entreprise privée
Date de création de CHERGUI	1982
Activité	Production de produits laitiers

Effectif	120
Cadres	10
Directeur du groupe	Mr Mohamed Saad BENNIS
Siege Social	Route d'Azemmour Casablanca
Site de production	Douiet Fès
Téléphone	05 35 75 24 50
Fax	05 35 75 68 08
Mail	dd@douit.co.ma
Site de distribution	Casablanca, rabat, Fès, Tanger, Marrakech, Oujda, Nador

III. Description de l'organisation de DOMAINE DOUIET FES

✚ Organigramme de domaine Douiet Fès:

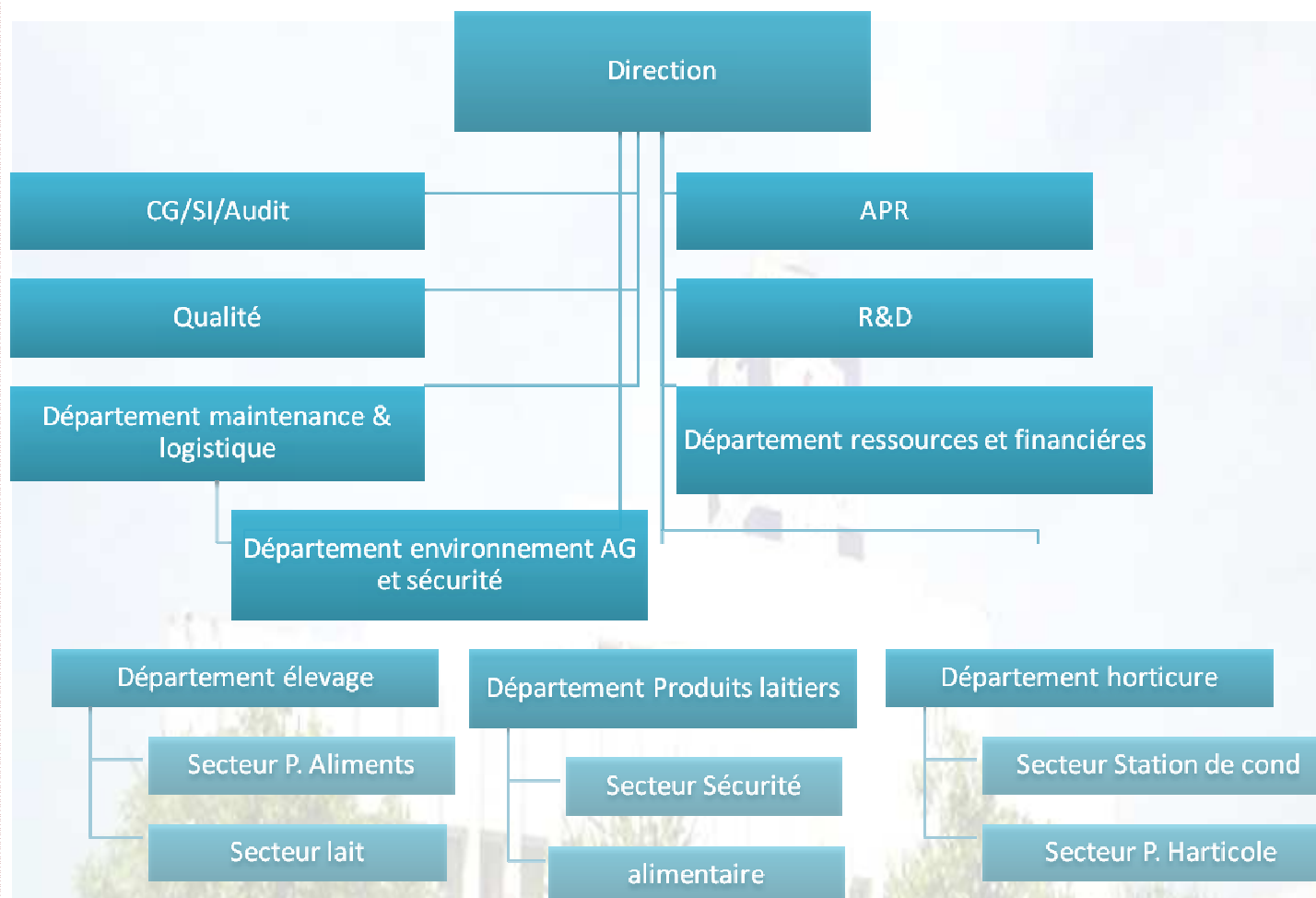


Figure 1: organigramme du Domaine de Douiet

Chapitre II :

Processus de fabrication du fromage chez

Le domaine de Douiet



I. Généralités sur le fromage

1. Définition

Le fromage est un produit fermenté, frais ou affiné, plus ou moins riche en matières grasses qui résulte de la coagulation de certaines protéines du lait (caséines) sous l'effet de l'acidification due à des ferments microbiens ou à l'action enzymatique de divers produits comme la présure.

La fabrication du fromage se fait principalement en deux étapes : **le caillage** ou la **coagulation**, du lait et la **déshydratation du coagulum**. Pour certains fromages, on doit avoir recours à une troisième étape, celle de **l'affinage**, au cours de laquelle l'action des microorganismes et des enzymes apporte les modifications voulues selon les variétés.

2. Le processus de fabrication d'un fromage

On compte trois étapes distinctes dans le processus de fabrication du fromage : **le caillage** ou **la coagulation**, **l'égouttage** et finalement **l'affinage**.

2.1. Le caillage

Le caillage, c'est la séparation des liquides (le petit-lait=lactosérum) des solides (le caillé) du lait par l'addition d'un agent de fermentation.

Il existe deux méthodes principales de caillage :

Par voie fermentaire, il suffit d'ajouter des ferments lactiques au lait, ce qui provoque la formation de petits grains de caillé lactique.

Par voie enzymatique, on ajoute une enzyme qui elle provoque plutôt la formation de grandes masses de caillé. On fabrique notamment les fromages à pâte ferme et à pâte dure

À partir de caillé présure. Dans les techniques fromagères classiques, les deux modes de coagulation ne sont jamais utilisés séparément, seule varie l'importance relative de leur action coagulante respective.

Les facteurs favorisant donc la coagulation de la caséine sont :

- ❖ Abaissement du pH à 4.7 par addition de l'acide ;
- ❖ Ensemencement par du levain lactique ;
- ❖ La température (30 à 40 °C).

2.2. L'égouttage

L'égouttage sert à retirer le volume de petit-lait requis pour obtenir le bon niveau d'humidité du fromage, il consiste à laisser le petit-lait s'égoutter à travers les grains de caillé dans une autre cuve durant plusieurs heures.

Pour l'égouttage du caillé présure, on utilise plutôt une ou plusieurs techniques actives comme l'étirement, le pétrissage, le découpage, le brassage ou le chauffage.

✚ Les différentes étapes de l'égouttage

o Le Tranchage

Il consiste à couper le coagulum en portions égales afin de favoriser la surface de suintement, de favoriser l'écoulement du lactosérum et de faciliter l'égouttage.

o Le Brassage

Il consiste à agiter les grains de caillé obtenus après tranchage (sinon les morceaux de gel se ressoudaient automatiquement). Les gels obtenus par coagulation acide ou mixte le font rarement, donc le brassage n'est pas obligé. Mais pour les gels obtenus par voie enzymatique, le brassage doit être réalisé de manière continue.

o Le Chauffage

La température accroît fortement l'égouttage et le froid le réduit. La température est entre 20° et 55°C.

o Le Pressage

Le but du pressage est d'évacuer les dernières portions du lactosérum dans la masse des grains de caillé et de donner au fromage sa forme définitive. Il s'effectue en appliquant une pression après que les grains de caillé ayant été transférés dans un contenant adapté, soit toile, moule, cuve.

2.3. Le Salage

Le salage a plusieurs rôles. Il complète l'égouttage et contribue à la formation de la croûte. Il règle l'activité de l'eau (A_w) du fromage et favorise ou freine le développement des micro-organismes et les activités enzymatiques au cours de l'affinage. Il révèle la saveur du fromage.

▪ Deux techniques de salage :

- **Le salage à sec**: Saupoudrage à la main ou à la machine, par frottement ou par incorporation dans la masse du caillé.

- **Le salage saumure** : Il est plus présent dans les grandes fabriques. C'est un bain rempli de sel (Na Cl) et d'eau.

2.4. L'affinage

C'est le procédé d'affinage qui confère aux fromages leurs caractéristiques distinctives de saveur, de texture et d'arôme. Ce procédé délicat nécessite un contrôle très précis du niveau d'humidité, de la température et des niveaux d'oxygène de façon à amener le fromage à maturité.

I. Les types de fromages

Les fromages sont généralement classés selon leur fermeté, qui varie suivant le degré d'humidité. Les pâtes dures contiennent moins de 30 % d'humidité tandis que les pâtes molles ou fraîches peuvent en contenir jusqu'à 80 %. On trouve donc les fromages frais (ou non affinés), les fromages affinés à pâte molle, à pâte ferme et demi-ferme (ou pâte pressée), à pâte persillée et les fromages de chèvre.

a) Les fromages frais

Les fromages frais (non affinés) ont coagulé sous l'action des ferments lactiques et non pas par l'ajout de présure. Ils sont uniquement égouttés. Ils ne sont pas vieillis et doivent être consommés rapidement. Cette catégorie inclut : le fromage cottage, le mascarpone, le fromage à la crème, et le quark.



Figure3 : cottage chéfesse



Figure 4 : fromage à la crème

b) Les fromages à pâte molle

Les fromages à pâte molle sont affinés durant une période relativement courte, égouttés et moulés, mais non pressés et non cuits. Leur taux d'humidité varie entre 50 et 60 % et les matières grasses représentent de 20 à 26% du poids du fromage. Ils ont une croûte plus ou

moins veloutée et sont surtout mangés tels quels, avec du pain, car ils perdent beaucoup de saveur lorsqu'ils sont chauffés.



Figure 5: le camembert

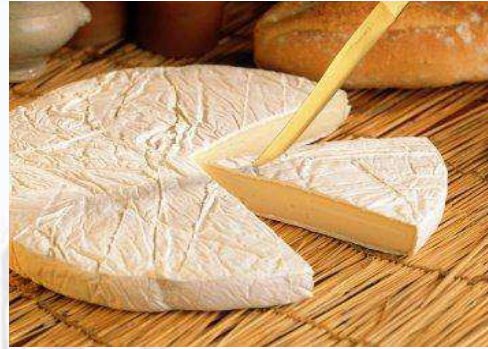


Figure 6: le brie

c). Les fromages à pâte pressée

Les fromages à pâte pressée sont répartis en deux catégories : **les pâtes demi-fermes** et **les pâtes fermes**. La pâte des fromages demi-fermes est pressée mais non cuite, ce qui leur donne une consistance dense et une couleur jaune pâle. Parmi eux, on trouve le cheddar, le cantal, le reblochon, l'édam.

La pâte des fromages fermes est pressée et cuite, c'est-à-dire que le caillé est chauffé pendant moins d'une heure afin de l'affermir.



l'emmental

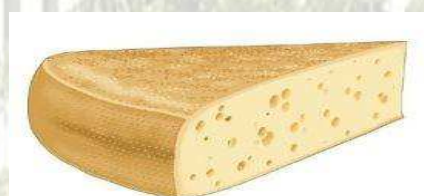


Figure7:

Figure8: le gruyère

d). Les fromages à pâte persillée

Les fromages à pâte persillée sont aussi appelés «bleus». Ce sont des fromages ni cuits ni pressés dont le caillé estensemencé de moisissures déposées dans la pâte à l'aide de longues aiguilles, pour obtenir une fermentation s'effectuant de l'intérieur vers l'extérieur. Ces fromages, comme le roquefort, le gorgonzola, le stilton, le bleu de Bresse ou le bleu danois, ont un goût poivré, fort et piquant et leur texture est habituellement friable.

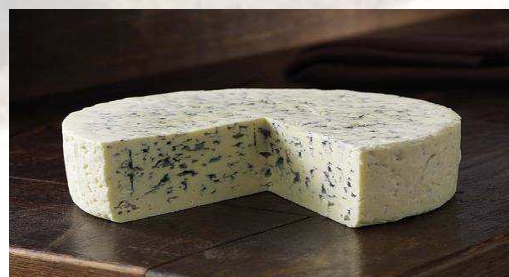


Figure 9: le roquefort

Figure 10: le bleu danois

e). Les fromages de chèvre

Les fromages de chèvre sont des fromages à pâte molle et à croûte naturelle et peuvent être fabriqués à 100% de lait de chèvre ou être mélangés par le lait de vache. Ils présentent généralement une pâte fraîche ou molle à croûte fleurie, sont plus blancs que les fromages de lait de vache et ont une saveur plus prononcée. Ils sont souvent très salés afin de prolonger leur durée de conservation.



Figure 11:
fro



mage de la chèvre frais

Figure 12: fromage affiné de la chèvre

II. La fabrication des fromages chez le Domaine de Douiet

1. Processus de fabrication des fromages frais

On distingue deux type de fromage frais ; le **Jben frais à 0% MG** ou l'on utilise le ferment et la pressure dont le gout est acide et le **Cottage** ou l'on utilise que la pressure dont l'acidité n'est plus recherchée.

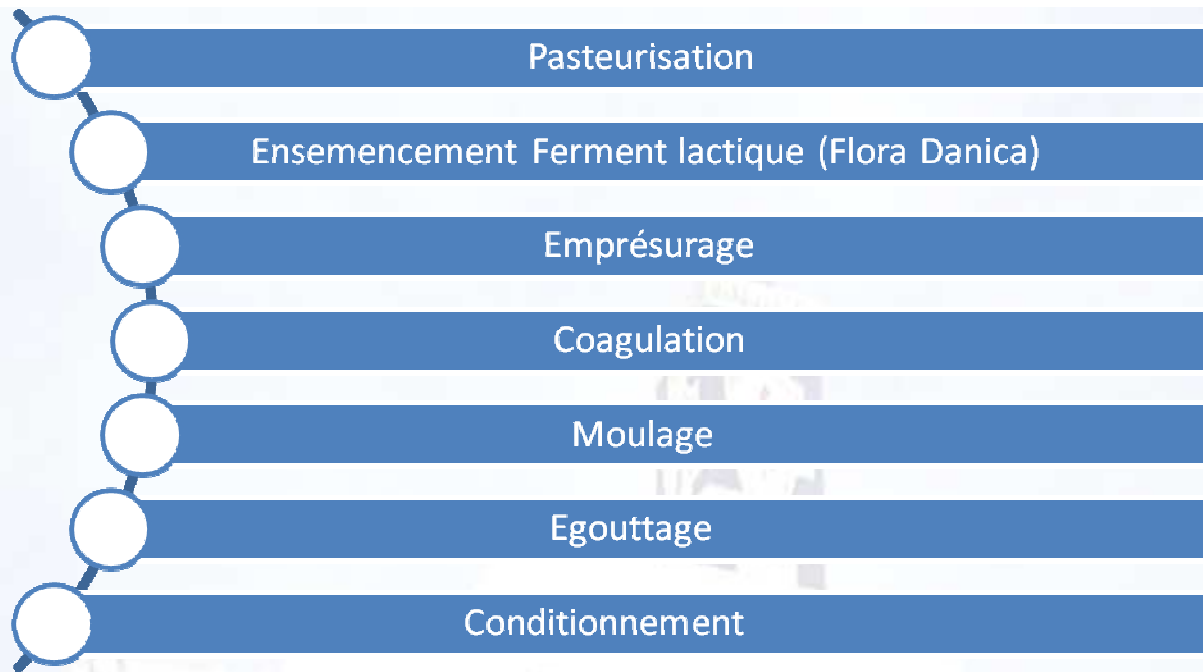


Figure 13: le processus de fabrication de jben à 0% MG



Figure 14: le processus de la fabrication du cottage chéfesse

2. Processus de fabrication du fromage à pâte pressée

Dans cette catégorie on distingue deux types de fromage à pâte pressé, dans les diagrammes de fabrication suivant on remarque les mêmes étapes, les deux processus se diffèrent par la

nature du ferment lactique, la dose de la présure et les barèmes de température/temps, on distingue :

- Le fromage à pâte pressé non cuite (Zouaghi).
- Le fromage à pâte pressé cuite L'Emmental.

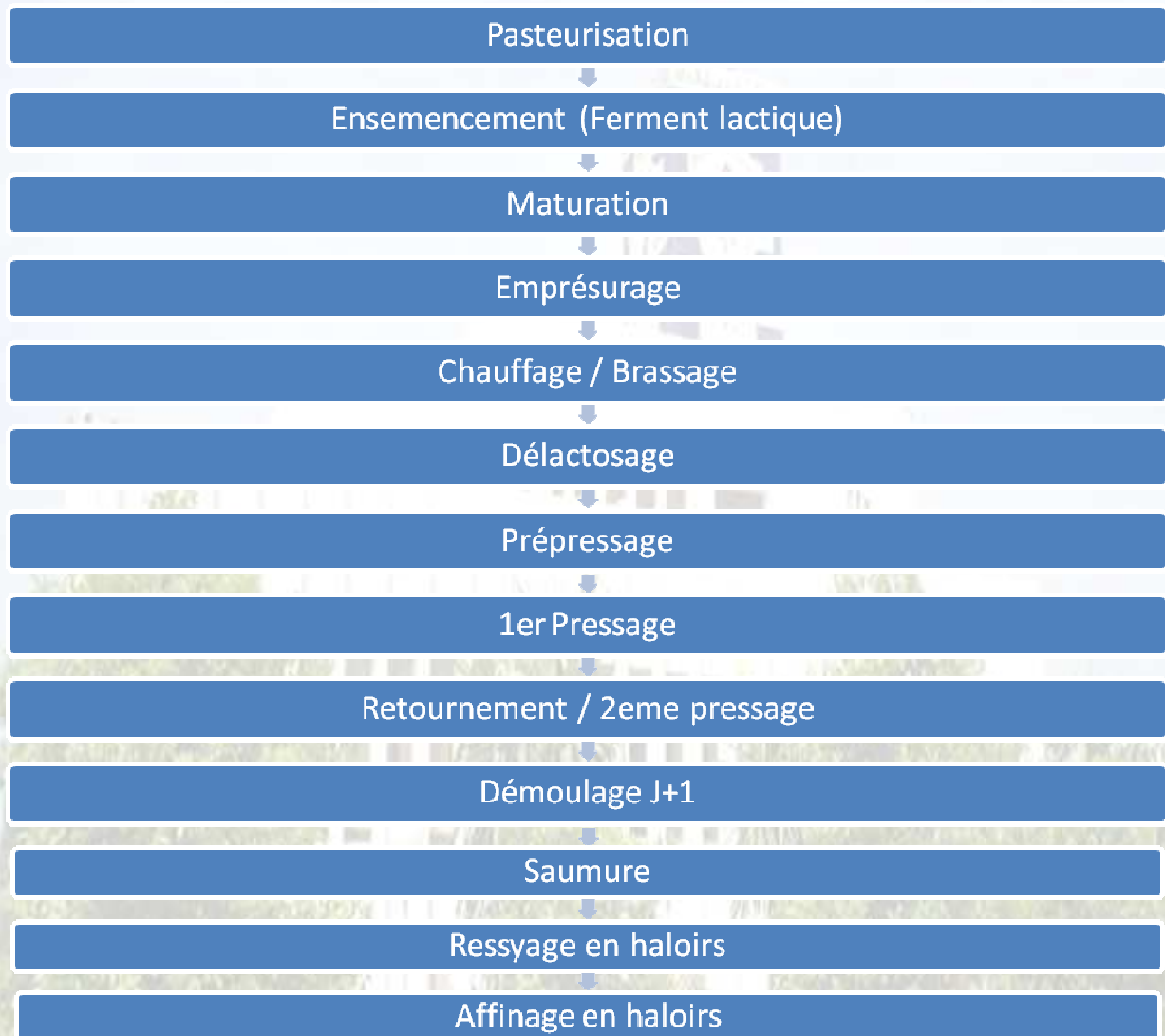


Figure 15: le processus de fabrication de l'emmental

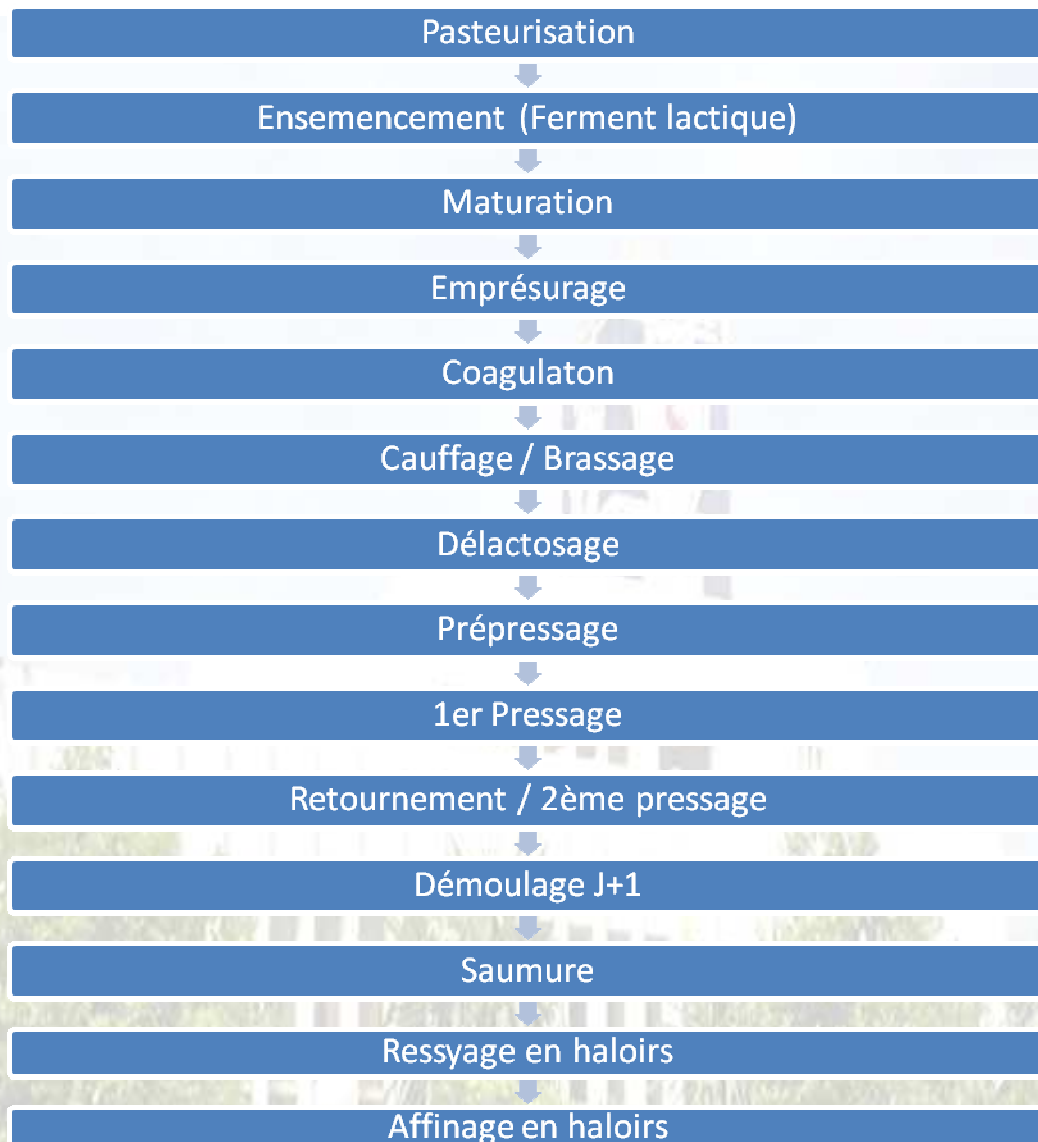


Figure 16: processus de fabrication de Zouaghi

3. Processus de fabrication du fromage à pâte molle

Le seul fromage à pâte molle produit par le domaine Douiet est le Tomme, c'est un fromage produit à partir de lait entier de vache, à croûte fleurie blanche agréable obtenue grâce au développement du *pénicillium candidum* qui est un champignon filamenteux ou moisissure de couleur blanche, il lutte contre les polluants (Mucor, bleu...). Les *pénicillium candidum* sontensemencés en pulvérisation sur les fromages après salage ou mis directement dans le lait avant emprésurage.



Figure 17: le processus de fabrication du Tomme « à pâte molle »

Chapitre III :

La valorisation de lactosérum : **Production de la ricotta**



I. Introduction

L'industrie agro-alimentaire doit faire face à un problème devenu au fil de ces dernières années de plus en plus crucial. Il s'agit de la pollution créée par les déchets et les rejets de cette industrie.

L'industrie laitière en fait partie, puisqu'elle est à l'origine de la production de grandes quantités de lactosérum. Pour remédier à ce problème, de nombreux procédés sont envisageables, Parmi lesquels on distingue la production de la ricotta à partir du lactosérum, ce fromage frais est obtenu par thermo-coagulation.

La ligne « **fromagerie** » du Domaine du Douiet fabrique chaque mois 3461Kg de fromages (Emmental, Zouaghi, Tomme) elle utilise 40863 litres du lait par mois. Ce qui entraîne la perte de 38232 litres de lactosérum qui est considéré comme un sous-produit de l'industrie du fromage.

II. Valorisation du lactosérum issu de la fabrication fromagère

- La valorisation du lactosérum a deux raisons principales :

❖ **Raison écologique:** pour éviter la pollution de l'environnement ou le lactosérum serait à l'origine de pollution grave, due à la fermentation des matières organique et à la diminution de la teneur en oxygène dissous dans l'eau au-dessous d'un seuil acceptable. La DBO (demande biologique d'oxygène), c'est-à-dire qu'un litre de sérum nécessite 50g à 70 g d'oxygène pour que ses matières organique soient détruites par oxydation microbienne. Dans ces conditions, il est devenu indispensable de le traiter de sorte qu'il ne constitue plus une matière gravement polluante. Encore faut-il que son traitement soit économiquement acceptable.

❖ **Raison économique:** la valorisation du lactosérum permettra à l'entreprise une amélioration économique qui ne sera pas négligeable. Comme tous les fromages de lactosérum, la ricotta industrielle est un moyen de tirer parti du produit résultant de la fabrication du fromage de lait emprésuré: le lactosérum (ou

Sérum ou encore *petit-lait*). La matière première est donc ce produit laitier obligatoirement frais.

2.5. Etude de la matière première : le lactosérum

Le lactosérum³ renferme généralement une proportion non négligeable de protéines, principalement représentées par l' α -lactalbumine et la β -lactoglobuline. Ces dernières protéines ont une propriété d'être coagulables sous l'effet de la chaleur. La réaction débute lorsque la température avoisine 65°C ; elle devient plus importante avec l'accroissement du couple temps-température, appliqué lors du chauffage.

On distingue généralement deux catégories de sérum, selon que son acidité est inférieure ou supérieure à 1,8 g d'acide lactique par litre:

- le lactosérum doux issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite ou non cuite (emmental, saint-paulin, etc.),
- le lactosérum acide issu des autres fromages obtenus par coagulation mixte ou lactique (pâtes molles, pâtes fraîches).

La composition du lactosérum est présentée dans le tableau suivant :

Tableau2 : Compositions moyenne du lactosérum doux et acide

Composants	Lactosérum doux (g/l)	Lactosérum acide (g/l)
Extrait sec totale	66	63
Protéines	6.6	6.1
Azote non protéique	0.37	0.30
Lactose	52	44
Lipides	0.20	0.30
Minéraux	5	7.5
Calcium	0.5	1.6
Phosphore	1	2
Sodium	0.53	0.51
Zinc	0.3	2.3
pH	6	4.6

2.6. Matériels et Méthodes

2.6.1. La fabrication de la Ricotta

🚩 Définition de la Ricotta

La ricotta est un fromage frais, granuleux et savoureux. Elle est largement consommée dans les pays méditerranéens et notamment en Italie et en Grèce. Elle peut être fabriquée exclusivement à partir du lait ou du lactosérum ou encore du mélange des deux.



Figure 18:la Ricotta fraîche

🚩 Le Processus de Fabrication de la Ricotta

La fabrication de la ricotta est obtenue par chauffage du lactosérum riche en protéines solubles provenant préférentiellement de fromages à pâtes pressées, obtenus par coagulation enzymatique dominante de lait de vache au milieu acide. Ce traitement provoque la «

floculation » des protéines, Les protéines concernées sont, en particulier, l'albumine et la globuline ; c'est-à-dire leur aggrégation en flocons. On obtient alors une pâte consistante.

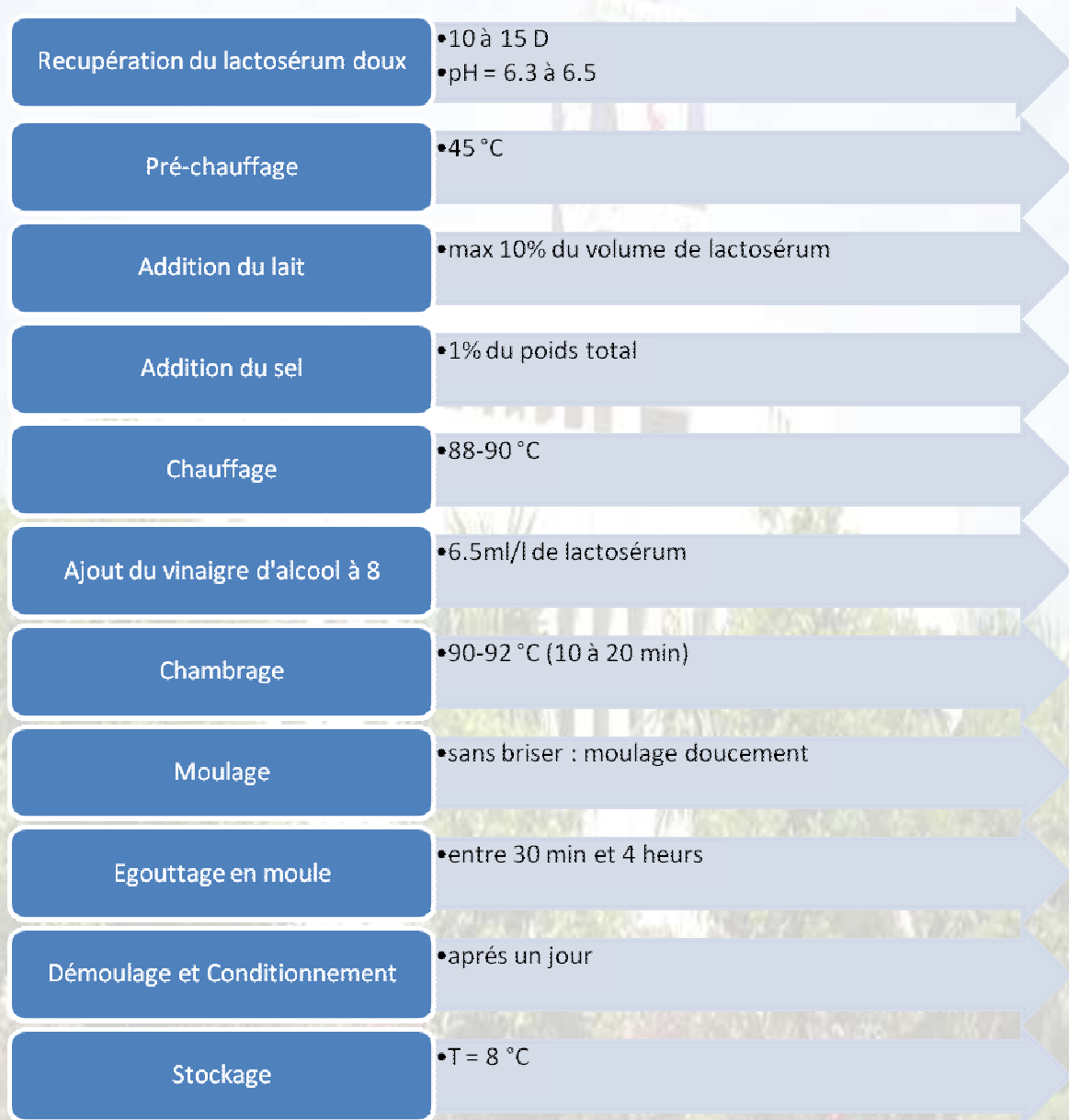


Figure 19: le processus de fabrication de la ricotta

2.6.2. Méthode de Fabrication :

- 1ère étape : récupération du lactosérum doux et chauffage

Le lactosérum doux est un lactosérum non acidifié (10 à 13°Doronic). Plus l'acidité est faible, plus la ricotta est ferme et le rendement est bon.

Le lactosérum est alors chauffé dans une cuve à la température de 45°C. Le chauffage doit être progressif (2°C/min). En effet, un chauffage trop rapide agit négativement sur la floculation des protéines. L'écumage est difficile et le sérac est fragile au démoulage.

- 2ème étape : addition du lait frais et de sel

On a ajouté du lait frais de vache à raison de 10% maximum du volume du « petit lait ».

On mélange à l'aide d'un brassoir et on ajoute 1% de sel, il faut bien mélanger pour éviter que le sel ne s'agglomère au fond de la cuve.

- 3ème étape : Chauffage et acidification

Le chauffage se fait à 88-90°C. La température est un paramètre très important. Le chauffage doit être progressif (2°C/min) avec un brassage doux.

On ajoute 6,5 ml de vinaigre d'alcool à 8° par litre de lactosérum et on mélange énergiquement dès le début de l'addition de vinaigre. On doit veiller à ne pas trop acidifier le mélange. Au-delà de 15°Doronic, le rendement diminue fortement et les flocons sont très fins.

- 4ème étape : floculation et Chambrage

Sous l'effet de la chaleur et de l'acidité, les protéines du lactosérum floculent. Elles se regroupent pour former des grains qui remontent à la surface. On parle de « floculat ».

Dès l'apparition de ce phénomène, il faut maintenir la température à feu doux entre 90 et 92°C durant 10 à 20 min.

Le Chambrage permet au floculat de durcir pour former une pâte consistante, une durée de Chambrage inférieure à 10 min donne un sérac trop mou et difficile à mouler. Les pertes sont importantes. Au-delà ; de 20 min, va se produire le phénomène de sur cuisson.

- 5ème étape : moulage

Il faut retirer le floculat de la cuve à l'aide d'une écumoire et mouler dans des moules perforés. L'opération doit être effectuée délicatement pour ne pas briser la structure.

- 6ème étape : égouttage et conditionnement

L'égouttage dure de 30 min à 4 heures dans des sacs en polyéthylène. La ricotta est alors démoulée puis conditionnée et prête à la vente.

- 7ème étape : stockage

La ricotta est conservée en chambre froide à 8°C.

2.1.1. Matériels et Contrôles :

Tableau3 : Matériels et Contrôles pour la Fabrication de la Ricotta

		Méthode		Contrôles
Matières et intrants	Matériel	Etapes	Paramètres	
Sérum doux	Cuve double paroi Acidimètre pH-mètre	Récupération	10-15 °D 6.50-6.30	Acidité pH
	Bruleur à gaz	Préchauffage	2°C/min 45°C	Temps Température
Lait vache		Addition	10%	Volume
Sel		Addition	1%	Poids
	Bruleur à gaz	Chauffage	2°C/min 88-90°C	Temps Température
Vinaigre d'alcool 8		Acidification	6.5ml/l	Volume
		Chambrage	90-92°C 10-20 min	Température Temps
	Ecumoire	Moulage	Sans briser (mouler doucement)	
	Moule Perforés	Egouttage en moule	De 30min à 4 heures	Temps
		Démoulage et conditionnement	Soigneusement Dans des pots	Peser
		Stockage	+8C → 6 jours	Température

2.7. Les analyses effectuées : analyses physico-chimiques

1. Mesure de pH

✚ **Principe** : mesure de l'acidité d'un produit

✚ **Matériel** : pH-mètre à électrode de KCl

✚ **Réactifs** : Solution tampon 4 et 7, Solution saturée de KCl, Eau distillée

✚ **Mode opératoire** :

- Etalonnez l'appareil
- Rincez l'électrode et séchez-la.
- Plongez l'électrode dans le produit et attendez jusqu'à la stabilisation de la valeur puis notez la valeur.
- Rincez de nouveau l'électrode replongez la dans la solution de KCl.

2. Mesure de la teneur en Matière grasse (%MG)

Pour le fromage, elle se fait via la méthode de Gerber.

- **Matériel** : Butyromètre (pour lait et produits laitiers ou crème ou fromage)
- **Réactifs** : Acide sulfurique, Alcool isoamyle.
- **Mode opératoire** :
 - Introduire dans un butyromètre 10ml d'acide sulfurique.
 - Ajouter avec une pipette 11ml de l'échantillon puis verser 1ml d'alcool isoamyle.
 - Boucher le butyromètre et procéder à l'agitation par retournement jusqu'à dissolution des protéines.
 - Mettre les butyromètres dans une centrifugeuse pendant 5mn à une vitesse de 600tr/mn.
- **Lecture et expression des résultats** : On tient le butyromètre bien vertical, puis on examine le plan inférieur de colonne et on l'amène en coïncidence avec une division par une manœuvre appropriée du bouchon, puis on effectue la lecture. La teneur en matière

grasse en pourcentage est donnée par la formule suivante: $(N1-N2)*100$ Avec N1 : Valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne et N2 : Valeur inférieure

3. Détermination de l'extrait sec total (EST)

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après la dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou g/l.

➤ **Matériel** : Capsule en plastique, Etuve

➤ **Mode opératoire** :

- Placer la capsule sur la balance puis noter le poids affiché.
- Déposer l'échantillon à analyser bien étalé, puis démarrer l'analyse en plaçant la capsule dans l'étuve à 102°C pendant 3H.
- Peser tout de suite la capsule de nouveau.

➤ **Expression des résultats** : Le taux d'extrait sec total ou d'humidité est calculé en faisant la différence entre les deux poids.

4. Interprétation des Résultats et discussion

❖ La fabrication de la ricotta à l'échelle laboratoire

Pour la fabrication de la ricotta, le travail était effectué sur des prises d'essai de 4,5 l de Lactosérum, le tableau ci-dessus présente les différentes proportions utilisées pour la fabrication de la ricotta à l'échelle laboratoire.

Tableau4 : Ingrédients pour la fabrication de la ricotta à l'échelle laboratoire

Matières	Objectif	Prise d'essai
Lactosérum	V	4.5l
Sel	1% du poids total	45g
Lait	10% du volume de sérum	0.450 l
Vinaigre d'alcool 8°	6.5ml/l de sérum	30ml

Pour le calcul du rendement, on utilise la relation suivante :

$$R\% = (m_{\text{exp}} / m_{\text{théo}}) * 100$$

Avec : m_{exp} = masse expérimentale

$m_{\text{théo}}$ = masse théorique (extrait sec total des matières)

Tableau5 : Ingrédients pour la fabrication de la ricotta à l'échelle industrielle

Matières	Extrait sec	Proportions	ESC/Proportions
Sérum	60g/Kg	90litres	5400g
Lait	125g/L	10litres	1250g
Vinaigre d'alcool 8°	71%	650ml	4.615g
Sel	97%	1500g	1455g
Total :			8109.615g

$$m_{\text{théo}} = 8109.615\text{g}$$

Tableau6 : rendements des essais de la ricotta

Prise	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5
$m_{\text{expérimentale}}$	3700g	2111g	3850g	5470g	7120g
Rdt	45.62%	26.03%	47.60%	67.44%	86.78%

Le rendement de la fabrication de la ricotta varie selon les conditions opératoires, le tableau suivant présente les essais avec leurs Opératoires :

Etapas de fabrication	Objectif	Essai1	Essai2	Essai3	Essai4	Essai5
Réception du sérum doux	pH=6.3 à 6.5	pH=6.5	pH=5.03	pH=6.5	pH=6.5	pH=6.4
Préchauffage	45°C 2°C/min	50°C 2°C/min	50°C 2°C/min	45°C 2°C/min	45°C 2°C/min	45°C 2°C/min
Addition du lait	10%du volume de sérum	10% du volume de sérum	10% du volume de sérum	10% du volume de sérum	10% du volume de sérum	10% du volume de sérum
Addition du sel	1% du poids total	1%du poids total	1% du poids total	1% du poids total	1% du poids total	1% du poids total
Chauffage	88-90°C 2°C/min	79°C 1°C/min	79°C 1°C/min	88°C 5°C/min	88°C 2°C/min	88°C 2°C/min
Ajout de vinaigre d'alcool	6.5ml/l de sérum	6.5 ml/l de sérum	6.5ml/l de sérum	6.5ml/l de sérum	6.5ml/l de sérum	6.5ml/l de sérum
Chambrage	90-92°C 10 à 20 min	79°C 10min	79°C 10min	82°C 10min	90°C 10min	90°C 20min
Egouttage	De 30 min à 4 heures	Une journée	Une journée	10 heures	4 heures	2heures
Moulage	Mouler doucement					
Démoulage	Démouler soigneusement					
Stockage	8°C	8°C	8°C	8°C	8°C	8°C
Rdt	100%	45.62%	26.03%	47.60%	67.44%	86.78

Tableau7 : les conditions opératoires de la fabrication des essais de la ricotta



Observation

On observe dans les premiers essais (essai1, essai2, essai3) que Les températures de chauffage et de chambrage n'atteignent pas l'objectif recherché à cause de l'utilisation d'un matériel non approprié à la fabrication du fromage, de ce fait, les protéines floclent de manière incomplète et remontent peu à la surface consistence de purée, donc un rendement faible.

o En particulier, dans l'essai2, le sérum était trop acide. Les flocons étaient fins et le fromage avait une tenue très friable.

o Pour éviter les risques d'acidification du sérum, il faut récupérer rapidement.

- o Pour l'essai 3, on constate que le chauffage était rapide ce qui a provoqué un fromage fragile au moulage.
- o La température de chauffage et celle du chambrage influence sur la fermeté du fromage et son aptitude à l'égouttage.

Conclusion

- Les essais de fabrications à différents paramètres, ont permis d'obtenir les paramètres fiables et d'évaluer la répétabilité de la méthode. Cette mesure de la variation des résultats au sein d'un même laboratoire caractérise la précision obtenue lorsque la méthode est répétée dans les mêmes conditions.
- La préparation de plusieurs essai permet de définir les différents dangers rencontrés qu'on doit les éviter afin d'atteindre un rendement élevé, et pour avoir un fromage ferme avec des caractères organoleptiques très remarquables, un gout très typique, une texture très onctueuse et une qualité sanitaire élevé.

Le tableau suivant montre les actions correctives pour maitriser les points sensibles lors de la fabrication du fromage :

Tableau8 : Actions correctives des dangers rencontrés lors de la fabrication de la ricotta

Points sensibles	Dangers rencontrés	Action correctives
Sérum	Trop acide > a 15°D	Désacidifier avec la soude
Lait	Mauvaise dosage	Peser avec précision
Sel	Mauvaise dosage	Peser avec précision
Vinaigre	Mauvaise dosage	Peser avec précision
Chauffage	Trop rapide > a 2°C/min	Réguler le bruleur Respecter le volume de sérum
Chambrage	Trop court > a 10min	Respecter la consigne
Matériel	Souillures organiques et minérales et microbiennes	Appliquer le plan d'hygiène
Milieu	Souillures organiques et minérales et microbiennes	Appliquer le plan d'hygiène
Main d'œuvre	Mains souillées et tenus vestimentaire	Respecter lavage, désinfection mains et le changement de tenue

- o Les analyses effectuées sur la ricotta préparée : pH, mesure de la matière grasse (%MG), détermination de l'extrait sec (SEC).

Tableau9 : Résultats des analyses sur la ricotta

Essai	MG%	EST (g/l)	pH
Essai 1	13%	26.9%	6.5
Essai2	13%	24.98%	5.03
ESSai3	13%	25.69%	6.5
Essai4	13%	25.88%	6.5
Essai5	13%	26.60%	6.4



Observation :

On compare les caractéristiques de la ricotta préparé avec les normes de la ricotta françaises :

Tableau10 : Normes françaises pour la ricotta fraîche

Analyses	Ricotta préparée	Normes françaises
pH	Inférieur à 6.16	Entre 5.5 et 6.2
%EST	Inférieur à 26.9%	Inférieur à 29%
%MG	13%	Inférieur à 15%



Conclusion :

D'après les analyses effectuées sur la ricotta préparée, on constate que le taux de matière grasse et le taux d'extrait sec sont dans les normes.

- **Contrôle de la durée limite de consommation (DLC)**

On effectue un contrôle régulier du pH, pour les 3essais (essai3, essai4, essai5) Stockés dans une température inférieure à 8°, les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau11 : variation du pH de la ricotta préparé en fonction du temps

Essai 3		Essai 4		Essai 5	
Date	pH	Date	pH	Date	pH
27/04/2014	6.17	28/04/2014	6.12	01/05/2014	6.11
28/04/2014	6.15	29/04/2014	6.12	02/05/2014	6.11
29/04/2014	6.15	30/04/2014	6.12	03/05/2014	6.1
30/04/2014	6.13	01/05/2014	6.11	04/05/2014	6
01/05/2014	6.12	02/05/2014	6.09	05/05/2014	5.85
02/05/2014	6.08	03/05/2014	6.08	06/05/2014	5.79
06/05/2014	6	04/05/2014	6.07	07/05/2014	5.72
07/05/2014	5.9	05/05/2014	5.93	08/05/2014	5.62
08/05/2014	5.7	06/05/2014	5.87	09/05/2014	5.5
09/05/2014	5.5	07/05/2014	5.64	10/05/2014	5.5
10/05/2014	5.49	08/05/2014	5.5	11/05/2014	5.47
11/05/2014	5.4	09/05/2014	5.41	12/05/2014	5.41



Observation

Le contrôle régulier du pH de la ricotta préparée, montre une légère diminution.
 Pendant les 12 jours de contrôle, on constate qu'il y a une conservation des caractères organoleptiques du fromage.
 Il n'y a pas de développement de moisissures dans la ricotta fabriquée.



Conclusion

D'après le suivi du pH de la ricotta préparé, on peut dire que la durée limite de conservation de cette dernière est de 12 jours dans une température inférieure à 8°C.

La durée limite de consommation de la ricotta fraîche est de 6 jours (normes françaises de la ricotta fraîche) dans une température inférieure 8°C.

En comparant le DLC de la ricotta préparé avec les normes françaises pour une ricotta fraîche, on peut déduire que la DLC de la ricotta préparé est dans les normes déclarées.

Pour augmenter la DLC de la ricotta, on doit travailler avec un sérum de pH légèrement élevé.

Conclusion Générale

Dans ce manuscrit, nous avons présenté la valorisation de lactosérum, issue de la fabrication fromagère par la ligne « fromagerie » du Domaine du Douiet, à partir de la fabrication de fromage à pâte fraîche : Ricotta

La préparation de plusieurs essais permet de définir les différents dangers et difficultés rencontrés qu'on doit éviter afin d'atteindre un rendement élevé, et pour avoir un fromage ferme avec des caractères organoleptiques très remarquables, un gout très typique. Une texture très onctueuse et une qualité sanitaire élevée.

La quantité de lactosérum utilisé pour produire le fromage Ricotta peut atteindre 10% de la quantité habituelles jeté par le domaine douiet.

On peut donc dire qu'on a contribué d'une part a minimisé le DBO, donc un bénéfice écologique, d'autre part, cette quantité utilisé pour produire la ricotta permettre un gain supplémentaire à la société.





Références bibliographiques

{1} [http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0405/beiere/4/html/binome1/verifpcd.h
tm](http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0405/beiere/4/html/binome1/verifpcd.htm)

{2} [http://tpe-fromage.e-monsite.com/pages/historique/les-differentes-
phases-de-fabrication.html](http://tpe-fromage.e-monsite.com/pages/historique/les-differentes-phases-de-fabrication.html)

{3} [http://fr.wikipedia.org/wiki/Lactos%C3%A9rum#Valorisation_du_lacto
s.C3.A9rum](http://fr.wikipedia.org/wiki/Lactos%C3%A9rum#Valorisation_du_lactos.C3.A9rum)

{4} <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ricotta>

{5} <http://www.milkingredients.ca/index-fra.php?id=190>