



**Licence Sciences et Techniques (LST)**

**Biotechnologie hygiène et sécurité des aliments  
BHSA**

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

**Impact des conditions d'affinage sur  
le fromage à pâte molle Effectué au  
domaine Douiet**

**Présenté par :**

◆ **Rhermoul Naoual**

**Encadré par :**

◆ **Mr Elallam Jamal (Douiet Fès)**

◆ **Pr Ouhmidou Bouchra (FST Fès)**

**Soutenu Le 12 Juin 2013 devant le jury composé de:**

- **Pr Ouhmidou Bouchra (FST Fès)**

- **Pr Tlemçani Rachida (FST Fès)**

- **Mr Elallam Jamal (Douiet Fès)**

**Année Universitaire 2012 / 2013**

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
Présentation du domaine Douiet.....	2
<b>Partie I : Généralités sur le fromage</b>	
1. Définition.....	6
2. Type de fromages.....	6
3. Les fromages à pâte molle.....	6
4. Processus de fabrication du fromage à pâte molle.....	7
5. Affinage.....	9
<b>Partie II : matériel et méthodes</b>	
I. Matériel.....	11
1. Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques.....	11
2. Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques.....	11
II. Méthodes	
d'analyses.....	11
1. Analyses microbiologiques.....	11
A. Dénombrement des coliformes.....	11
B. Dénombrement des levures et moisissures.....	13
2. Analyses physico- chimiques.....	13
2.1. Analyse du PH.....	13
2.2. Analyse de la M.G.....	14
2.3. Analyse d'EST.....	14
2.4. Analyse de la perte de poids du fromage.....	15
<b>Partie III : résultats et discussion</b>	
I. La perte de poids des Tommes et des mini-Tommes durant l'affinage.....	16
II. pH des tommes durant l'affinage.....	18
III. MG des tommes durant l'affinage.....	19
IV. Coliformes totaux et fécaux.....	21
IV. Levures et moisissures.....	22

<b><i>Conclusion</i></b> .....	23
Références Bibliographiques.....	24

# INTRODUCTION

L'industrie fromagère est un secteur prometteur vu le besoin croissant en fromage d'une part, et vu la richesse du fromage en nutriments essentiels pour la croissance humaine d'autre part.

Cette vaste propagation du fromage implique un développement des techniques d'amélioration de la qualité de ces produits. L'usine DOUIET ne se trouve pas exclue de cette conception : elle intensifie les efforts et met en œuvre de nouveaux produits et cherche toujours les conditions les plus favorables pour assurer la meilleure qualité possible pour le consommateur.

L'usine DOUIET est caractérisée par une production multivalente du lait et des produits laitiers (Lait pasteurisé, Yaourt, Lben, Fromage....) pour lesquels elle est amenée à faire le contrôle de qualité à chaque étape de leur production.

En effet, la production du fromage à pâte molle passe par plusieurs étapes dont la plus cruciale est l'étape de l'affinage au cours de laquelle il ya transformation des constituants du fromage jeune en une multitude de composés rendant la pâte plus ou moins onctueuse et fondante et lui conférant son goût et arôme pour se terminer à la table du consommateur.

Ainsi, l'objectif de mon stage est l'étude de l'impact des paramètres physico-chimiques du fromage tels que : pH, Matière grasse, déshydratation ; ainsi que les paramètres microbiologiques sur la pâte molle du fromage au cours de l'affinage.

**Ce rapport de stage traitera trois parties :**

- ✓ Une première partie sera consacrée à la présentation de l'entreprise d'accueil.
- ✓ Une deuxième partie bibliographique sur les fromages, notamment ceux à pâte molle fabriqués à l'usine DOUIET.
- ✓ Une troisième partie pratique présentera les différents essais effectués à DOUIET, suivis des résultats et conclusion.

# PRÉSENTATION DU DOMAINE DOUIET

## I -Domaine DOUIET

C'est une exploitation agricole qui s'étend sur une superficie d'environ 700 Ha dont 330 Ha est une surface cultivable et qui dispose de 2 forages «Ain Allah» ainsi que «BOURKIZE» situé à 15 Km au nord-ouest de la ville de Fès. Elle est constituée de divers secteurs de production animale, agricole et laitière et emploie un effectif d'environ 700 à 1000 employés dont 32 cadres, et a pour mission :

- ✓ la production.
- ✓ la transformation.
- ✓ la commercialisation des produits.

### 1-Historique

**Tableau 1** : historique des domaines agricoles.

Date	Evénement
1970	- Création de la ferme dont la production est destinée 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 qui vise à accroître la satisfaction de ses clients.
2007	- Repeintification Iso 9001. - Certification Iso 22000 qui assure la sécurité du consommateur.
2010	- Création d'une nouvelle usine à WAD NJA destinée à la production des yaourts, lait, leben et jus à base du lait, dans le but d'augmenter la production, ainsi l'ancienne usine a été destinée à la production du fromage.

## **2-Présentation du Domaine**

Le domaine DOUIET de Fès se caractérise par la diversité de ses activités productives en matière de, légumes, fruits, viandes et produits laitiers. Il comprend 3 départements :

- ✓ Département d'élevage.
- ✓ Département d'Horticulture.
- ✓ Département des produits laitiers.

### **2-1-Département d'élevage**

C'est la base de la production laitière car le volume de la qualité des produits laitiers sont tributaires de la qualité du lait collecté par jour. Il comprend deux complexes placés sous la responsabilité du chef de département.

### **2-2-Département d'Horticulture**

Comprend trois activités principales :

- ✓ Arboriculture (pêche, vigne,.....)
- ✓ Floriculture
- ✓ Céréalière.

### **2-3-Département des produits laitiers et fromagerie**

Le secteur de production et transformation laitière a été créé en 1977 sur surface de 2150 m<sup>2</sup> et il assure une capacité de production de 21 millions de litres par an.

## **3-Laboratoire d'analyse et contrôle de qualité**

Le laboratoire de l'annexe « **OUED NJA** » est équipé d'outils d'analyses physico-chimiques et microbiologiques de pointe.

### **3-1-Types de contrôle**

#### **3-1-1-Contrôles physico-chimiques**

Les contrôles physico-chimiques ont pour objectif de garantir au produit sa stabilité et sa consistance en ce qui concerne ses caractéristiques organoleptiques. Les analyses effectuées sont :

- ✓ Détermination de la matière sèche.
- ✓ Mesure de pH.
- ✓ Mesure de la matière grasse.
- ✓ Mesure de la teneur en sucre.
- ✓ Mesure de la viscosité.

### **3-1-2-Contrôles sensoriels**

Consistent à la mise en évidence et la description des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes de sens. Ils décrivent l'existence ou l'intensité d'une ou plusieurs propriétés :

- ✓ Analyse du goût
- ✓ Analyse de la texture
- ✓ Tests de la synérèse

### **3-1-3- Contrôles microbiologiques**

La qualité microbiologique d'un produit alimentaire, se présente sous deux aspects :

- ✓ **Aspect commercial** : qui se caractérise par le risque d'altération.
- ✓ **Aspect hygiénique** : qui caractérise le risque pour la santé du consommateur.

Les analyses se font pour tous les produits fabriqués et concernant les coliformes totaux et fécaux, les levures et moisissures et la flore mésophile aérobie totale.

- ✓ **Dénombrement des coliformes.**
- ✓ **Dénombrement des levures et moisissures.**
- ✓ **Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale.**

## **4-Organigramme du département des produits laitiers**

# Organigramme

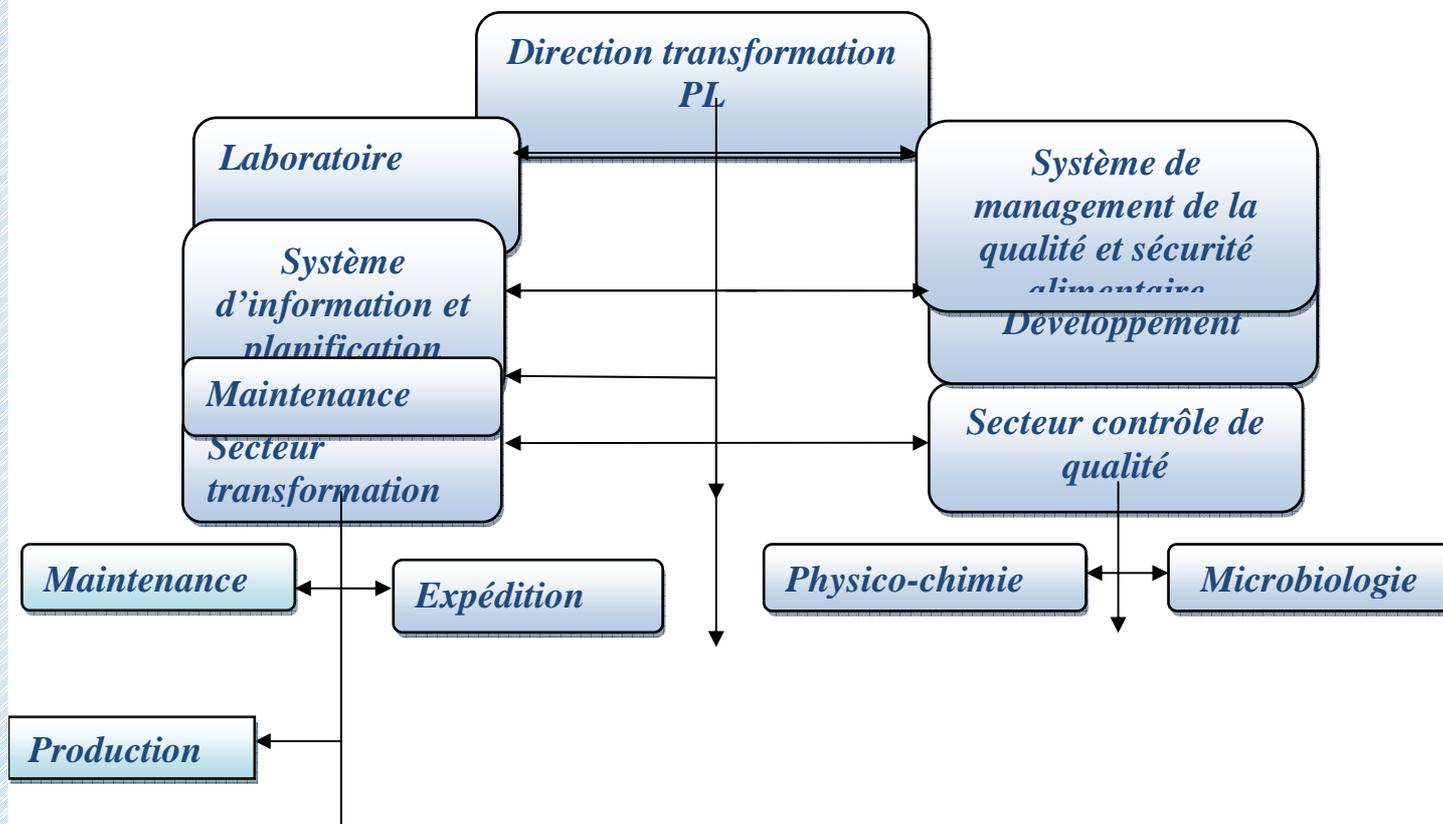


Figure 1 : Organigramme du département des produits laitiers.

## I-Généralités sur le Fromage

### 1-Définition

La dénomination "fromage" est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitières suivantes : lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse et babeurre, et ceci, qu'ils soient utilisés seuls ou en mélange et coagulés en tout ou en partie avant égouttage, ou après élimination partielle de la partie aqueuse (Lavanchy et al., 1993).

Le fromage est un aliment de base, riche en graisses, protéines, calcium et phosphore à longue conservation en comparaison de la durée de conservation du lait à partir duquel il est fabriqué.

## 2-Types de fromages

Le secteur fromagerie des domaines DOUIET regroupe un certain nombre de fromages présentés dans le tableau suivant (Lavanchy et al., 1993). :

**Tableau 2** : Les différents types du fromage au domaine Douiet

Type de pâte	Produits
Pâte pressée cuite	Emmental
Pâte pressée non cuite	Zouaghi
<b><u>Pâte molle</u></b>	<b><u>Tomme / Mini Tomme</u></b>
Pâte fraîche	Fromage frais (Jben 0%) Fromage blanc Fromage affiné caprin Fromage frais caprin Cottage cheese

## 3-Les fromages à pâte molle

Les fromages à pâte molle (Figure2, [www.lesfromages.com](http://www.lesfromages.com) Les fromages à pâte molle et croûte lavée) 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.

Les fromages à pâte molle se répartissent en deux catégories définies par l'aspect de la croûte : **les fromages à croûte fleurie** (recouverts d'une mince couche de duvet blanc ou moisissure) comme le camembert, le Brie et le Coulommiers, et **les fromages à croûte lavée** (par une saumure légère qui aide à maintenir l'humidité et la souplesse de la pâte et de la

croûte) comme le munster, le pont-l'évêque ou l'époisses (www .Les fromage à pâte molle et croûte lavée).



**Figure2** : Le camembert

Le brie

#### **4-Processus de fabrication du fromage à Pâte Molle.**

##### **4-1-Préparation du lait.**

Le lait de la traite du soir est refroidi et maintenu à une température inférieure à 10°C jusqu'au lendemain matin. Le lait des deux traites matin et soir est chauffé (thermisé) à 58°C, puis maintenu 15 minutes à cette température.

##### **4-2-Addition des ferments**

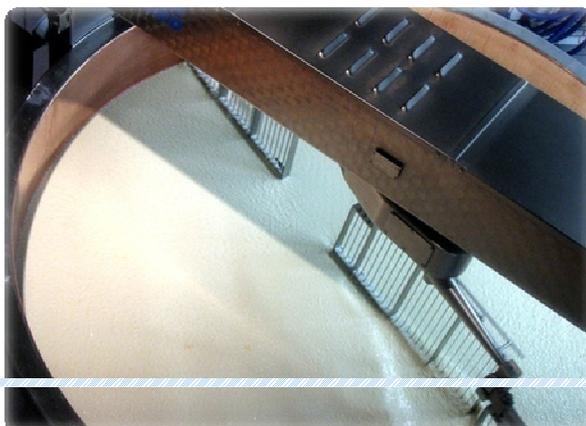
Le lait thermisé est refroidi à 40°C en y ajoutant les ferments. Le lait continue de se refroidir jusqu'à la température d'emprésurage 35 °C.

##### **4-3-Addition de la présure**

Après un repos de 45 min, on ajoute 20 ml de présure liquide pour 100 litres de lait, emprésuré à 35°C. Durée de la coagulation: 35 à 40 minutes.

##### **4-4-Décaillage**

Lorsque le  
rompt avec le  
Durée 10



caillé est très ferme, on le  
tranche-caillé (Figure3).  
minutes.

### **Figure 3: Tranchage du caillé**

#### **4-5-Brassage**

- ✓ Un maximum de petit-lait est soutiré après avoir laissé reposer le grain au fond de la cuve.
- ✓ Le brassage est réalisé pendant 5 minutes afin d'éviter l'agglomération du grain.
- ✓ 15 % d'eau est ajouté à 35 - 36°C.
- ✓ Le brassage final est réalisé 10 minutes.

#### **4-6-Moulage / égouttage**

- ✓ Le petit-lait est soutiré (en grande partie).
- ✓ Le brassage est réalisé afin de bien mélanger les grains au petit-lait.
- ✓ Le caillé est directement versé dans les moules avec le pousseur.
- ✓ Les Tommes sont versées après 5 minutes, en plaçant 2 Tommes par moule.
  
- ✓ Les moules sont placés autour d'un bidon d'eau chaude et recouverts d'une toile plastique jusqu'au soir. La température sous presse est de 25°C ([www.fromage-xavier.com/La fabrication-du-fromage](http://www.fromage-xavier.com/La_fabrication-du-fromage))
- ✓
  
- ✓ Les Tommes sont démoulées au plus tôt après 10 heures d'égouttage. Le moment de démoulage dépend du pH de la Tomme; il doit être de 4,9.

#### **4-7-Salage**

Les Tommes sont démoulées lorsque le pH est inférieur à 5.30, stockées en cave et salées au bain de sel pendant 30 à 45 min pour les Tommes et pendant 15 à 30 min pour les mini-Tommes.

#### **4-8-Affinage**

- ✓ Température : 9 °C ± 2 °C.

- ✓ Hygrométrie : 92 %.
- ✓ Durée d'affinage : 3 semaines.

## 5-Affinage

### 5-1- Définition

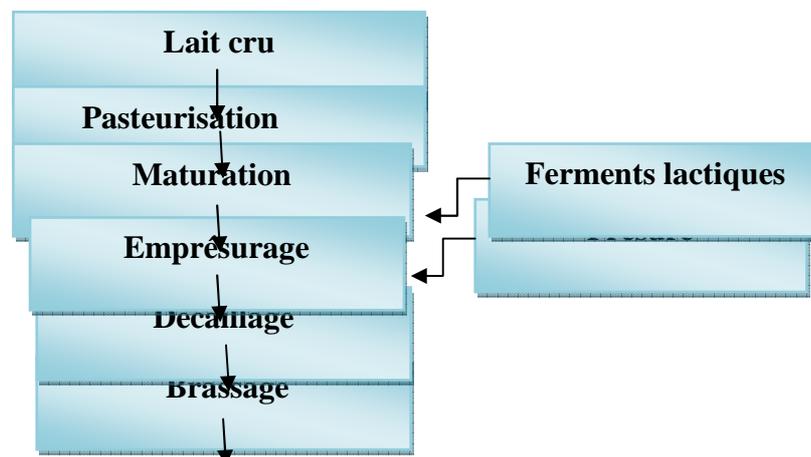
Affiner un fromage, c'est conduire et maîtriser l'ensemble des transformations qui s'opèrent de manière naturelle, en surface et à l'intérieur des fromages. L'affinage correspond à une seconde étape de transformation, c'est une étape fondamentale pour la qualité des fromages. Il décrit une succession de phénomènes biologiques très complexes (développement de la croûte, évolution de la texture, de la pâte, révélation des arômes ...)  
(fr.wikipedia.org/wiki/Affinage)

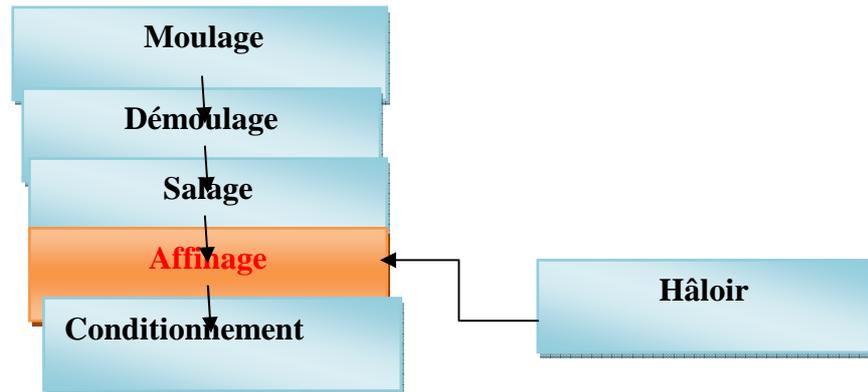
### 5-2- Conditions d'affinage

Pour obtenir une croûte imperméable, on règle avec subtilité la température et l'hygrométrie de la cave.

Les conditions d'affinage pour un fromage Tomme sont :

- ✓ La durée : 3 semaines
- ✓ Température :  $9 \pm 2$
- ✓ L'humidité : 90%
- ✓ Composition de l'atmosphère ( $O_2$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ )
- ✓ Mouvements et homogénéité de l'air
- ✓ Hygiène des locaux.





**Figure 4:** Processus général de la fabrication du fromage à pâte molle.

## I-Matériel

### 1- Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques

- ✓ verrerie usuelle (pipettes graduées, tube à essais, burettes,...).
- ✓ pH-mètre (INOLAB).
- ✓ centrifugeuse (SIGMA).
- ✓ bain marie, balance électronique.
- ✓ solvants (acide acétique, acide sulfurique, alcool iso amylique).

### 2-Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques

- ✓ Verrerie usuelle (pipettes pasteur, tube à essai, boîte pétri stérile ...).
- ✓ Appareils : étuve, autoclave, compteur de colonies, réfrigérateur.
- ✓ Milieux de culture : YGC, Désoxycholate.
- ✓ Boîtes de pétrie stériles
- ✓ Pipettes stériles de 10ml
- ✓ Micropipettes
- ✓ Les pailles stériles de prélèvement
- ✓ Les pipettes de 1ml stériles les tubes
- ✓ Des tubes remplis d'eau peptonée stérile
- ✓ Bec bunsen
- ✓ Autoclave
- ✓ Alcool

- ✓ Etuve

## II-Méthodes d'analyses

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude est la suivante :

Après le prélèvement des échantillons ; ils sont ramenés au laboratoire et deux types d'analyses sont réalisées :

- Analyses microbiologiques.
- Analyses physico-chimiques.

### 1-Analyses microbiologiques

#### A-Dénombrement des coliformes

Les bactéries coliformes appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae* qui sont des bâtonnets Gram négatif et qui peuvent entraîner : la réduction des nitrates en nitres, la fermentation du glucose et l'absence d'oxydase.

**But** : Le dénombrement des coliformes indicateurs d'une contamination par la matière fécale.

#### A-1-Echantillonnage

Les échantillons analysés sont des Tommes et mini-Tommes, qui ont été prélevés de façon aseptique devant la flamme par des couteaux stérilisés par l'alcool et sont mis dans des plastiques stériles.

#### A-2-Milieu de culture

Pour le dénombrement des coliformes fécaux, le milieu utilisé est DL (Gélose lactose+ Citrate au Désoxycholate), ce dernier est composé de :

Peptone pepsine de viande.....	10g
Lactose.....	10g
Désoxycholate de sodium.....	1g
Chlorure de sodium.....	5g
Phosphate di potassique.....	2g
Citrate ferrique ammoniacal.....	1g
Citrate de sodium.....	1g

Rouge neutre.....0,03g  
Agar agar bactériologique.....15g

#### Préparation du milieu

- ✓ On dissout 45,5g du milieu distillée, et on le laisse tremper 10 à 15mn
  - ✓ On homogénéise bien, puis on chauffe tout en agitant fréquemment et on fait bouillir jusqu'à dissolution complète
  - ✓ On répartit, puis on stérilise à l'autoclave à 120°C pendant 15mn
  - ✓ On met à l'étuve 45°C
  - ✓ On le laisse refroidir jusqu'à 42°C
  - ✓ On met en suspension 45,5g du milieu dans de l'eau distillée.
- 
- ✓ On agite pour bien homogénéiser, puis on chauffe jusqu'à ébullition en agitant fréquemment pour assurer une dissolution complète
  - ✓ On stérilise à l'autoclave à 120°C pendant 15mn
  - ✓ On maintient la gélose au bain marie à 48°C, pour qu'elle reste sous forme liquéfiée

#### **A-3-Ensemencement**

Devant un bec bunsen et dans un milieu stérile :

- ✓ On prépare des dilutions décimales de nos échantillons
- ✓ On prélève 1ml de la dilution  $10^{-1}$  dans une boîte de pétrie stérile puis on coule le milieu de culture déjà préparé et on homogénéise soigneusement.

#### **A-4-Incubation**

- ✓ On place les boîtes retournées à l'étuve à 44°C pendant 24h
- ✓ On fait la lecture
- ✓ Les colonies se caractérisent par une couleur rouge foncé et un diamètre supérieur à 0,5mm.
- ✓ Le nombre de colonies est multiplié à l'inverse de la dilution afin de calculer le nombre d'unités formant colonie par millilitre (UFC/ml).

#### **B-Dénombrement des levures et moisissures**

##### **B-1-Milieu de culture**

Le milieu utilisé c'est YGC sélectif, ce milieu est composé de :

Extrait autolytique.....	5g
Glucose.....	2,5g
Chloramphénicol.....	0,1g
Agar agar bactériologique.....	12g

#### Préparation du milieu

- ✓ On dissout 21g du milieu dans 1l d'eau distillée, on le laisse 10à15mn
- ✓ On homogénéise bien, puis on chauffe tout en agitant fréquemment et on fait bouillir jusqu'à dissolution complète
- ✓ On répartit, puis on stérilise à l'autoclave à 120°C pendant 15mn
- ✓ Mettre à l'étuve 45°C
- ✓ On le laisse refroidir jusqu'à 42°C

## 2-Analyses physico-chimiques

### 2-1-Analyse du pH

#### But

Cette analyse est effectuée pour déterminer l'acidité d'un produit, elle se fait à l'aide d'un pH mètre.

Avant la mesure, il faut régler le zéro du pH mètre en immergeant l'anse de ce dernier dans l'eau distillée.

### 2-2-Analyse de la MG

#### But

Cette analyse est effectuée pour déterminer les variations de la teneur de la matière grasse des Tommes et mini-Tommes lors de l'affinage.

#### Méthode

on enlève la croute de fromages

- ✓ on introduit l'échantillon coupé en petit morceaux dans un godet à fromage qu'on fixe fermement avec le col inférieur du butyromètre.
- ✓ On verse l'acide sulfurique par l'extrémité supérieure jusqu'à ce que le niveau d'acide atteigne une hauteur de 2/3. (L'acide sulfurique induit la dissolution des protéines et ainsi extraction de la matière grasse).
- ✓ On ferme le butyromètre et on le place dans le bain-marie jusqu'à dissolution complète des morceaux de l'échantillon. Au cours de cette opération, le butyromètre est agité plusieurs fois.

- ✓ Une fois retiré du bain marie, on ajoute l'alcool iso-amylque et l'acide sulfurique (l'alcool iso-amylque favorise la séparation de la matière grasse)
- ✓ On agite le butyromètre, puis on le place dans la centrifugeuse pendant 5m
- ✓ La teneur en matière grasse est exprimée en gramme pour 100g de fromage.

#### 2-4-Analyse de la perte de poids du fromage Tomme et mini-Tomme

##### But

Cette analyse est effectuée pour déterminer le temps nécessaire à l'affinage pour qu'un produit soit conforme en norme de poids.

##### Méthode

Consiste à faire le suivi de perte de poids du fromage dans la salle d'affinage en fonction du temps. Les échantillons sont pesés à l'aide d'une même balance, la première pesée se fait après le saumurage c'est-à-dire après élimination de l'eau après l'égouttage. Pour suivre la perte de poids, on a pris deux échantillons : un de la Tomme de masse=1800g et l'autre de mini-Tomme de masse= 300g.

#### I-perte de poids des Tommes et des mini-tommes durant l'affinage

Les résultats de la perte de poids des Tomme et mini-Tomme durant l'affinage obtenus sont représentés dans les tableaux 3, 4:

**Tableau 3** : Présentation de la perte poids de poids en g et en% pour des Tommes.

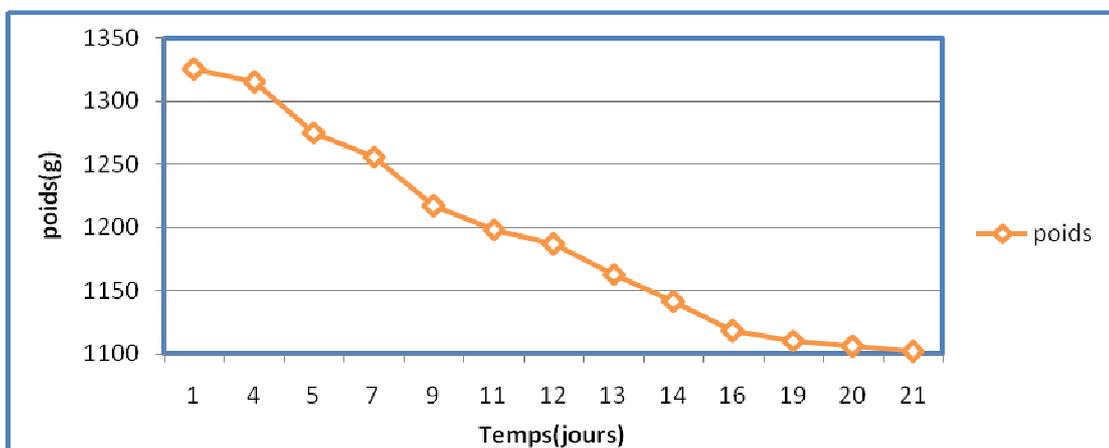
Jour	Poids (g)	$\Delta_m\%$
1	1325	0
4	1315	0,75
5	1275	3,77
7	1256	5,2
9	1217	8,15
11	1198,5	9,54
12	1187	10,41
13	1163	12,22
14	1141,95	13,84
16	1118	15,62
19	1110,5	16,18

**Tableau 4** : Présentation de la perte de en g et en% pour des mini- Tommes.

<b>20</b>	1106	16,52
<b>21</b>	1102	16,83

Jour	Poids (g)	$\Delta_m\%$
<b>1</b>	330	0
<b>4</b>	327	0,91
<b>5</b>	317	3,93
<b>7</b>	312	5,45
<b>9</b>	302,5	8,33
<b>11</b>	298	9,69
<b>12</b>	295	10,63
<b>13</b>	287,5	12,87
<b>14</b>	284	13,93
<b>16</b>	279,5	15,30
<b>19</b>	277	16,06
<b>20</b>	274,5	16,81
<b>21</b>	273,5	17,12

*Suivi de la perte en poids (de l'eau) des Tommes durant l'affinage:*



**Figure 5:** courbe représentant la perte du poids (masse) en fonction du temps lors de l'affinage des Tommes.

## 1-Analyse

D'après les résultats regroupés dans les deux tableaux 8 et 9, on a constaté trois périodes différentes de pourcentage de perte de poids :

### **1-1-Tomme**

✓ J<sub>1</sub> à J<sub>7</sub> : la perte de masse est importante, soit une perte de masse de 108g au bout de 7 jours, elle représente 8,15 % de la masse initiale.

✓ J<sub>7</sub> à J<sub>14</sub> : la perte de masse est moins importante, cette perte représente 13,84 % de la masse initiale, soit la perte de masse de 183,5g au bout de deux semaines. Dans cet intervalle le pourcentage de perte de poids est de 5%, c'est-à-dire le fromage a perdu 75g.

✓ J<sub>14</sub> à J<sub>21</sub> : le fromage a perdu 16,83 % de sa masse initiale. Cette masse se stabilise autour de 1100g. Dans cette phase le pourcentage de perte de poids devient faible de 3%.

### **1-2-Mini-Tomme**

Nous avons trouvé les mêmes résultats concernant le pourcentage de perte en poids que ceux trouvés pour les Tommes durant les trois semaines d'affinage.

### **2-Interprétation**

✓ La perte de poids est liée à la perte d'eau contenue dans le fromage. Cette perte est due à l'exsudation de l'eau par contraction du gel.

✓ L'agrégation des micelles protéiques et la formation des liaisons calcium, phosphate et hydrogène participent activement à un phénomène de polymérisation, c'est-à-dire création d'une chaîne protéique, chose qui conduit à la contraction du caillé.

✓ La perte d'eau est importante durant les 7 premiers jours de l'affinage puisque le fromage contient toujours de l'eau dans les cavités protéiques. Le poids de caillé se stabilise autant que la durée d'affinage des Tommes est plus longue.

*Pour que l'affinage passe dans de bonnes conditions, il est important de maîtriser la température et l'hygrométrie.*

## II- pH des Tommes durant l'affinage

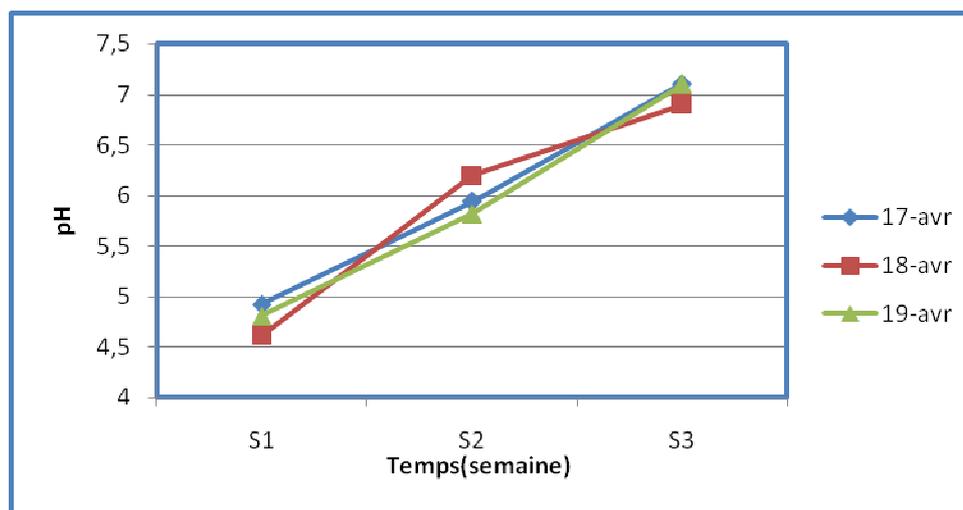
### 1-Résultats

Les résultats du pH des Tommes au cours de l'affinage sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 5:** présentation du pH pour des Tommes durant l'affinage

Semaines	Date de fabrication	pH
S1	17 avril	4,92
	18avril	4,61
	19avril	4,81
S2	17avril	5,94
	18avril	6,20
	19avril	5,82
S3	17avril	7,11
	18avril	6,90
	19avril	7,10

➤ Suivi du pH pour des Tommes durant l'affinage



**Figure 6:** courbe représentant la variation du pH en fonction du temps lors de l'affinage des Tommes.

### 2-Analyse

D'après les résultats regroupés dans le tableau 10, on a constaté que le pH augmente au cours des 3 semaines d'affinage pour les 3 fabrications (le 17, 18, 19 avril).

### **3-Interprétation**

Lors de l'addition des ferments lactiques le lactose qui est un constituant essentiel du Lait subit une fermentation lactique et aboutit à la formation de l'acide lactique donc il y a acidification.

Lors de l'affinage, les levures et les moisissures tolérant des pH inférieur à 5 consomment cet acide lactique (Bishtr et al., 1999)

## **II-MG des Tommes durant l'affinage.**

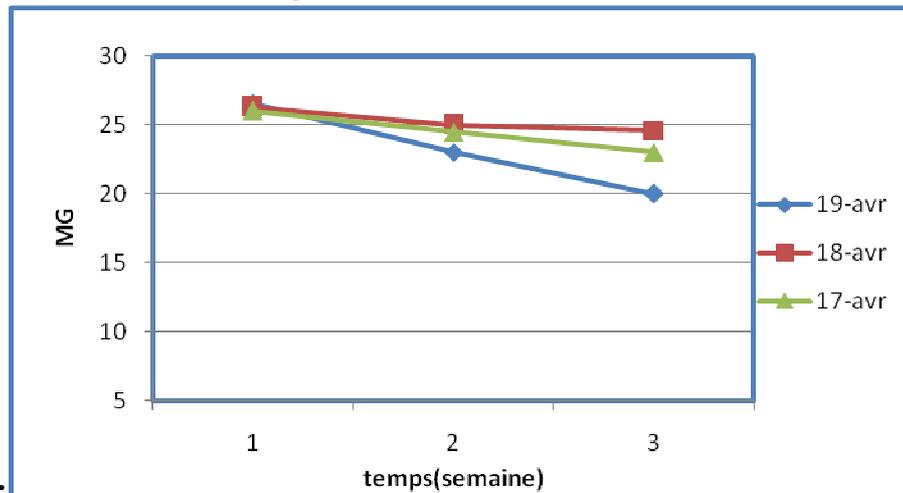
### **1-résultat**

Les résultats de la MG obtenus lors de l'affinage des Tommes sont représenté dans le tableau suivant :

**Tableau 6** : présentation de la MG pour des Tomme durant l'affinage.

<b>Semaine</b>	<b>Date de fabrication</b>	<b>MG(%)</b>
<b>S1</b>	17avril	26
	18avril	27
	19avril	28,5
<b>S2</b>	17avril	24,5
	18avril	25
	19avril	26
<b>S3</b>	17avril	23
	18avril	24,6
	19avril	22

➤ **Suivi de la MG durant l'affinage des**



**Tommes :**

**Figure7 :** courbe représentant la variation de la MG en fonction du temps lors de l'affinage des Tommes.

**2-Analyse**

D'après les courbes du pourcentage de MG en fonction du temps d'affinage, on constate une légère diminution de %de MG pour les 3 échantillons des Tommes (17, 18,19avril).

**3-Interprétation**

Dans le lait la MG essentiellement composé de triglycérides, se trouve sous forme globulaire protégée par une membrane naturelle complexe, cependant les globules sont relativement fragiles et les plus volumineux peuvent être scindés lors de la transformation fromagère en globule de plus petite taille, dans ce cas leur membrane est en partie composé de caséine qui peut être hydrolysée lors de processus d'affinage, l'action des lipases est alors plus facile, ces lipases sont :

- ✓ **D'origine naturelle :** la lipoprotéine lipase présente dans le lait cru est thermolabile d'où sa destruction lors de la pasteurisation.
- ✓ **D'origine microbienne :** les bactéries lactiques possèdent une faible activité lipolytique mais elles participent à la caractérisation des fromages.  
-les levures ont des activités modérées et variées selon les espèces dans des zones de pH comprises entre 4,5 à 7.

-les microorganismes les plus lipolytiques dans les fromages conduisent à la formation des esters, des méthylcétones, des alcools secondaires, des lactones et des produits volatils qui expliquent cette faible diminution du % de MG. (Lavanchy et al., 1993)

#### IV-Les coliformes totaux et fécaux

##### 1-Résultats

Les résultats des C.T.F obtenus lors de l'affinage de Tommes sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 7:** présentation des C.T.F pour des Tomme durant l'affinage.

Semaines	Date de fabrication	C.F.T
S1	17avril	0
	18avril	0
	19avril	0
S2	17avril	0
	18avril	0
	19avril	0
S3	17avril	0
	18avril	0
	19avril	0

##### 2-Analyse

D'après les résultats du suivi des C.F.T durant les 3 semaines d'affinage pour les 3 échantillons (17, 18, 19avril) on remarque l'absence des C.F.T.

##### 3-Explication

Le lactose contenu dans le lait cru en présence des ferments lactiques subit une fermentation lactique aboutit à la formation de l'acide lactique

On aboutit à une acidification du lait et donc destruction des coliformes totaux et fécaux qui ne tolèrent pas les pH acide, d'où absence de leur multiplication (Mourgues et al., 1977).

#### V- Les levures et les moisissures.

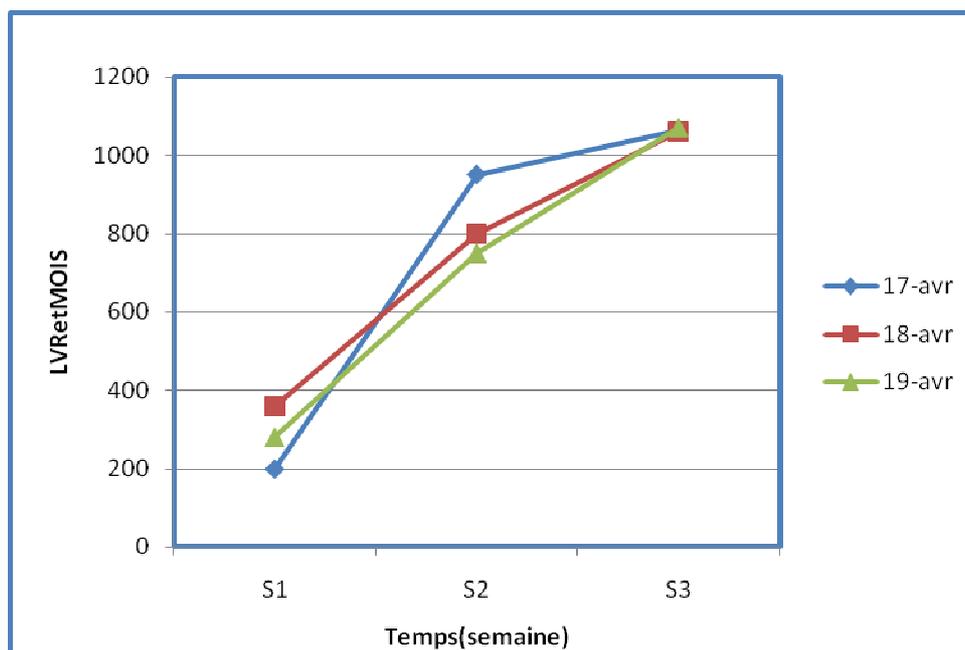
##### 1-Résultats

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 8:**présentation des levures et moisissures durant l’affinage des Tommes

Semaines	Date de fabrication	Levures et moisissure
S1	17avril	200
	18avril	360
	19avril	280
S2	17avril	950
	18avril	800
	19avril	750
S3	17avril	1063
	18avril	1060
	19avril	1070

➤ suivi des levures et moisissures au cours de l’affinage des Tommes



**Figure8:** courbe représentant la variation des levures et moisissures en fonction du temps durant l’affinage des Tommes.

## 2-Analyse

Suivant les résultats, on remarque l’augmentation du UFC des levures et moisissures durant les trois semaines d’affinage pour les trois échantillons (17, 18,19avril).

### **3-Explication**

Ce résultat peu être expliqué par le fait que ces microorganismes tolèrent des pH acide et allant jusqu'au pH neutre, ils Sont également thermorésistants : résiste à des températures élevées (Bishtr et al.,2001)

## **CONCLUSION**

Le travail que j'ai effectué au sein du domaine DOUIET m'a permis de montrer que :

Les levures et les moisissures jouent un rôle fondamental dans la formation de la croûte du fromage, de son goût, son arôme, sa texture et par l'intervention de leur sécrétion enzymatique qui agit sur les triglycérides, la caséine et le lactose.

Ces levures et ces moisissures ont une caractéristique très importante : c'est leur tolérance à des pH acide de 4,5 allant jusqu'à 7, contrairement aux coliformes fécaux et totaux qui sont thermosensibles et ne tolèrent pas les pH acide ceci montre l'importance de ces micro-organismes dans la formation du fromage lors de l'affinage.

Enfin j'ai pu déterminer lors de cette expérience au domaine de DOUIET les facteurs déterminant la qualité du fromage lors de l'affinage et qui sont :

- La T°C
- L'Hygrométrie
- La Composition de l'atmosphère (O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>)
- La Mouvements et homogénéité de l'air
- La Charge des locaux
- L'Hygiène des locaux
- Les Levures et moisissures

Ces facteurs permettent d'identifier les défauts du goût (rance, amertume), de la saveur (salé), de l'aspect (texture) et de l'acidité du fromage.

Ce stage m'a permis aussi de comprendre le fonctionnement et le suivi de différentes étapes de production de fromage (Tomme) au niveau de la fromagerie du domaine DOUIET ainsi que les différents aspects du fonctionnement du matériel mis en œuvre.

Les analyses de contrôle de qualité que j'ai effectuées au sein de laboratoire, m'ont permis de me familiariser avec le matériel utilisé et d'avoir une vision sur le déroulement de travail dans le département des produit laitiers.

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

\_Ben Ismail H. ; Hassouna M. ; Fourti O. ; Boudabous A. (2001). Identification des levures isolées au cours de la maturation d'un fromage industriel de type camembert = Isolated yeast identification during camembert-type cheese ripening. MHA. 13 (37): 13-18

\_Bisht R. S., Jha Y. K. (1999). Storage stability of cheese spread from acidified milk curd. Journal of food science and technology 36 (1): 15-18

\_Lavanchy P., Berodier F, Zannoni M. et al. (1993). L'évaluation sensorielle de la texture des fromages à pâte dure ou semi-dure, étude interlaboratoires, Lebensm.-Wiss. U. Technol. 26, 59-68.

\_Mourgues.R, Vassal .L, Auclair.J, Mocquot .G And J. VANDEWEGHE (1977). Origine et développement des bactéries coliformes dans les fromages à pâte molle. Lait. 57 : 131-149

### **Webographie :**

\_http://www .fromage-xavier.com/La fabrication-du-fromage

\_http://fr .wikipedia.org/wiki/Affinage

\_http://www.Les fromage à pâte molle et croûte lavée