

Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

## **MASTER**

### *Thème*

**Analyses physico-chimiques et  
microbiologiques de deux fromages fondus  
pasteurisés produits par la SARL RAMDY**

Présenté par  
**M<sup>lle</sup>. ADJELANE Samira**  
Soutenu le : **20 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

<b>Mr. BOUKHALFA Farid</b>	<b>Maitre de Conférences (B)</b>	<b>Président</b>
<b>Mr. LADJOUZI Rachid</b>	<b>Maître Assistant (A)</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>lle</sup>. BELHAMICHE Nabila</b>	<b>Maître Assistant (A)</b>	<b>Encadreur</b>
<b>M<sup>lle</sup>.AIT IDIR Souad</b>	<b>Chef Technicienne (SARL RAMDY)</b>	<b>Invitée</b>

**Année universitaire : 2017 / 2018**

# Remerciements

Avant tout, je tiens à remercier **le bon Dieu** le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce modeste travail.

Mes remerciements s'adressent à :

**Mlle. BELHAMICHE N.**, pour son encadrement, ses conseils et son aide précieuse et constante qu'elle m'a apportée tout au long de ce travail, ainsi que pour les remarques constructives qu'elle m'a donnée lors de la rédaction de ce mémoire.

**Mlle. AIT IDIR S.**, pour m'avoir suivi tout au long de mon stage au sein de la laiterie RAMDY.

**Mr. BOUKHALFA F.**, pour avoir accepté de présider le jury.

**Mr. LADJOUZI R.**, d'avoir bien voulu examiner mon travail.

**A Mr. REMILA C.**, Chef de production au sein de l'entreprise RAMDY.

**A Mlle. SEDDA**, Responsable du laboratoire de contrôle de qualité pour avoir mis à ma disposition tout ce dont j'avais besoin au cours de mon stage.

**Au personnel du laboratoire** de contrôle de qualité (Naima, Soraia, Leila, Lotfi, Halim, Sofian, Abdennour et Hamid) pour leur aide technique et scientifique également pour leurs conseils et gentillesse.

Je remercie particulièrement **Mr. BEDJA K.** qui, grâce à son aide précieuse j'ai pu réaliser mon travail à l'entreprise RAMDY.

Je remercie toute personne qui a su me soutenir, m'encourager et m'aider tout au long de ce travail, qu'elle trouve ici ma profonde reconnaissance.

*Samira*

# *DEDICACES*

A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour, à ceux qui m'ont encouragée et soutenue dans les moments les plus durs et ceux à qui je dois tant, à mes parents,

*Yemma, Vava,*

Vous êtes la raison de ma réussite. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit et soit le témoignage de mon amour.

*A mon cher fiancé Yacine*

Qui a cru en moi et qui m'a motivée que Dieu réunisse nos chemins et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

*A ma sœur Sonia*

Qui a été toujours un exemple pour moi et qui m'a guidée tout au long de mes études.

*A mes chères sœurs Meriem, Zahra et Lila ainsi qu'à leurs maris.*

*A mes frères Zahir, Idris et Lounis ainsi qu'à leurs femmes.*

*A mes neveux et nièces Reda, Yacine, Fouad, Zaki, Raouf, Katia, Daoud, Lina, Selma, Ivane, Baya, Salas et Kami.*

*A toute ma belle-famille.*

*A mon amie d'enfance Sonia.*

*A mes amies avec qui j'ai partagé des moments suprêmes surtout Hayat, Mira, Dyhia et Lylia.*

*A mes enseignants qui m'ont accompagnée tout au long de mon cursus d'études, qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.*

*A toute la promotion M2 Ecologie Microbienne 2018*

**SAMIRA**

## *Sommaire*

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction .....01**

### **Partie théorique**

<b>I. Fromages .....</b>	<b>02</b>
<b>I.1. Définition .....</b>	<b>02</b>
<b>I.2. Composition du fromage .....</b>	<b>02</b>
<b>I.2.1. Eau.....</b>	<b>03</b>
<b>I.2.2. Matière grasse.....</b>	<b>03</b>
<b>I.2.3. Protéines .....</b>	<b>03</b>
<b>I.2.4. Glucides.....</b>	<b>03</b>
<b>I.2.5. Calcium et phosphore.....</b>	<b>03</b>
<b>I.2.6. Vitamines .....</b>	<b>03</b>
<b>I.3. Classification du fromage .....</b>	<b>04</b>
<b>I.4. Technologie des fromages .....</b>	<b>05</b>
<b>I.4.1. Coagulation du lait .....</b>	<b>05</b>
<b>I.4.2. Egouttage .....</b>	<b>06</b>
<b>I.4.3. Moulage .....</b>	<b>06</b>
<b>I.4.4. Salage .....</b>	<b>06</b>
<b>I.4.5. Affinage .....</b>	<b>06</b>
<b>II. Fromage fondu .....</b>	<b>07</b>
<b>II.1. Historique et définition du fromage fondu .....</b>	<b>07</b>
<b>II.2. Composition du fromage fondu .....</b>	<b>08</b>
<b>II.2.1. Fromage de fonte .....</b>	<b>08</b>
<b>II.2.2. Poudre de lait .....</b>	<b>08</b>
<b>II.2.3. Eau .....</b>	<b>08</b>
<b>II.2.4. Pré-font .....</b>	<b>08</b>
<b>II.2.5. Sels de fonte .....</b>	<b>08</b>
<b>II.2.6. Matière grasse .....</b>	<b>9</b>
<b>II.3. Classification du fromage fondu.....</b>	<b>9</b>
<b>II.3.1. Classification selon la teneur en matière grasse .....</b>	<b>9</b>

<b>II.3.2.</b> Classification selon la forme .....	10
<b>II.4.</b> Processus de fabrication du fromage fondu « FFR et FFHO » selon la laiterie RAMDY .....	11
<b>II.4.1.</b> Préparation des matières premières.....	11
<b>II.4.2.</b> Mélange, cuisson et fonte.....	11
<b>II.4.3.</b> Conditionnement.....	11
<b>II.4.4.</b> Refroidissement.....	11
<b>II.4.5.</b> Etiquetage.....	12
<b>II.4.6.</b> Stockage et commercialisation.....	12
<b>II.5.</b> Contrôle de la qualité.....	12
<b>II. 5.1.</b> Contrôle physico–chimique.....	12
<b>II.5.2.</b> Contrôle microbiologique.....	12
<b>II.5.3.</b> Contrôle organoleptique.....	13
<b>II.6.</b> Microflore du fromage.....	13
<b>II.7.</b> Conservation du fromage.....	14
<b>III.</b> Généralités sur l’huile d’olive.....	14
<b>III.1.</b> Définition de l’huile d’olive.....	14
<b>III.2.</b> Composition chimique de l’huile d’olive.....	15
<b>III.3.</b> Activité antimicrobienne de l’huile d’olive.....	15

### **Partie pratique**

#### **Chapitre I : Matériel et Méthodes**

<b>I.</b> Echantillonnage.....	16
<b>II.</b> Analyses physico-chimiques.....	16
<b>II.1.</b> Détermination du pH.....	16
<b>II.2.</b> Détermination de l’extrait sec total (EST).....	16
<b>II.3.</b> Détermination de l’humidité .....	17
<b>II.4.</b> Détermination du taux de la matière grasse (MG) .....	17
<b>II.5.</b> Détermination du rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS).....	17
<b>III.</b> Analyses microbiologies.....	18
<b>III. 1.</b> Préparation de la solution mère.....	18
<b>III. 2.</b> Recherche des coliformes totaux.....	18
<b>III.3.</b> Recherche des coliformes fécaux.....	18

III.4. Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	18
III.5. Recherche des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs (CSR) .....	19

## **Chapitre II : Résultats et Discussion**

I .Analyses physico-chimiques.....	20
I.1. Suivi du pH.....	20
I.2.Détermination de l'extrait sec total.....	21
I.3. Détermination de l'humidité.....	22
I.4. Détermination du taux de la matière grasse.....	22
I.5. Détermination du rapport de matière grasse /matière sèche (MG/MS).....	23
II. Analyses microbiologiques.....	24
II.1. Recherche des coliformes.....	24
II.1.1. Recherche des coliformes totaux.....	25
II.1.2. Recherche des coliformes fécaux.....	26
II.2. Recherche du <i>Staphylococcus aureus</i> .....	27
II.3. Recherche des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs (CSR).....	28
<b>Conclusion.....</b>	<b>29</b>

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

## *Liste des abréviations*

<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>DLC</b>	Date Limite de Consommation
<b>EST</b>	Extrait Sec Total
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization
<b>FFHO</b>	Fromage Fondu à l'Huile d'Olive
<b>FFR</b>	Fromage Fondu RAMDY
<b>HACCP</b>	Hazard Analysis Critical Control Point
<b>H</b>	Humidité
<b>HRED</b>	Humidité Relative Extrait Dégraissé
<b>ISO</b>	International Standard Organisation
<b>J<sub>0</sub></b>	Jour de production
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>rpm</b>	Rotation per minute
<b>SARL</b>	Société à Responsabilité Limitée
<b>UFC</b>	Unité Formant Colonies

## *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Evolution de pH du FFR et FFHO	<b>20</b>
<b>Figure 2</b>	Evolution de l'EST des fromages étudiés	<b>21</b>
<b>Figure 3</b>	Evolution de l'humidité des fromages suivis	<b>22</b>
<b>Figure 4</b>	Evolution de la matière grasse des fromages étudiés	<b>23</b>
<b>Figure 5</b>	Histogramme représentant les valeurs du rapport MG/MS du FFR et FFHO	<b>24</b>

## *Liste des figures en annexe*

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Diagramme de fabrication du fromage fondu « FFR et FFHO » selon la laiterie RAMDY	<b>1</b>
<b>Figure 2</b>	Photographie illustrant la préparation de la solution- mère	<b>3</b>
<b>Figure 3</b>	Protocole de la recherche des coliformes totaux et fécaux	<b>3</b>
<b>Figure 4</b>	Protocole de la recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	<b>3</b>
<b>Figure 5</b>	Protocole de la recherche des <i>Clostridium</i> sulfite-réducteur (CSR)	<b>3</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau I</b>	Composition moyenne des principaux fromages pour 100 g	<b>2</b>
<b>Tableau II</b>	Les voies technologiques et les classes de fromage	<b>4</b>
<b>Tableau III</b>	Classification des fromages fondus selon la teneur en MG	<b>9</b>
<b>Tableau IV</b>	Résultats des analyses physico-chimiques des deux types de fromages	<b>20</b>
<b>Tableau V</b>	Résultats des recherches des coliformes totaux dans les fromages étudiés	<b>25</b>
<b>Tableau VI</b>	Résultats des recherches des coliformes fécaux dans les fromages étudiés	<b>26</b>
<b>Tableau VII</b>	Résultats des recherches de <i>Staphylococcus aureus</i> dans les fromages étudiés	<b>27</b>
<b>Tableau VIII</b>	Résultats des recherches de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs dans les fromages étudiés	<b>28</b>

# ***Introduction***

## ***Introduction***

---

Le fromage fut, à son origine, un mode de conservation du lait ou du moins des éléments susceptibles d'être conservé au prix de fermentations que l'Homme a appris à diriger (Eck et Gillis, 2006).

Le fromage fondu est un aliment énergétique riche en protéines et en minéraux. Cette technologie de seconde transformation issue du fromage, lui-même issu du lait, permet de garantir une conservation plus longue. C'est encore aujourd'hui un type de fromage particulièrement adapté aux habitudes de consommation : de texture souple à tartinable, au goût doux légèrement fromager, c'est un produit laitier à part entière d'une grande sécurité microbiologique et joue un rôle très important d'alimentation de tous les groupes d'âge, offrant une praticité d'utilisation, largement consommé à travers le monde et notamment par les enfants (Eck et Gillis, 2006; Richonnet, 2016).

Les fromages les plus consommés en Algérie sont les fromages fondus. La quantité consommée a été estimée à 101 273 tonnes en 2015 soit une moyenne de 2,51 kg /an/habitant (CNIS, 2015 cité par Benamara, 2017). Malgré l'immense diversification des types de fromage dans le marché, les fromages en portions ressortent avec une meilleure prédilection du consommateur Algérien au dépend des autres types de fromage qui sont considérés comme des produits de luxe.

La SARL RAMDY est l'une des entreprises Algériennes qui répond à la demande croissante du consommateur. Cette entreprise est spécialisée dans la production laitière et fromagère et elle dispose d'un complexe intégré composé de deux principaux départements de production «Atelier yaourt et crème dessert, Atelier fromage », afin de produire une gamme de produits très variables. En outre, pour une surveillance constante de la qualité du produit et pour une protection optimale du consommateur, la SARL RAMDY s'est équipée d'un laboratoire d'autocontrôle afin d'effectuer toutes les analyses physico-chimiques et microbiologiques exigées.

L'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité nutritive et sanitaire de deux fromages fondus RAMDY « FFR » et à l'huile d'olive « FFHO » produits par cette entreprise.

A cet effet, nous avons tracé les objectifs suivants :

- 👉 Suivi des paramètres physico-chimiques au cours de la conservation des deux fromages tels que le pH, l'EST, l'humidité et le taux de la matière grasse ;
- 👉 Réalisation des analyses microbiologiques, à savoir : la recherche des coliformes totaux et fécaux, de *Staphylococcus aureus* et des *Clostridium* sulfito-réducteurs.

*Partie*

*Théorique*

### I. Fromages

#### I.1. Définition

Le terme fromage dérive de l'ancien Français *formage*, issu du latin *formaticum* qui signifie "ce qui est fait dans une forme". On retrouve la trace de cette origine dans le mot *fourme*, appellation linguistique régionale courante et reprise par les appellations commerciales de certaines spécialités fromagères. À noter également le latin *forma* désigne un moule à fromage (Robert, 1972).

La norme FAO (1996) définit le fromage comme étant un « produit frais ou affiné de consistance solide ou semi-solide dans lequel le rapport protéines sériques/caséines ne dépasse pas celui du lait, et obtenu par coagulation complète ou partielle des matières premières suivantes : lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème, ou babeurre, seul ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par l'égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation ».

Vue sa richesse en protéines et en lipides ainsi que ses différentes caractéristiques sensorielles, le fromage est devenu un aliment nutritif très apprécié. Ces dernières décennies, plusieurs chercheurs en nutrition ont mis en évidence la contribution du fromage dans l'alimentation et la santé (Walther et al., 2008).

#### I.2. Composition du fromage

Le fromage est très riche de part sa composition en protéines, eau, peptides bioactifs, acides aminés, lipides, acides gras, vitamines et en minéraux (Walther et al., 2008). Le tableau I illustre la composition moyenne des différents types de fromage.

**Tableau I.** Composition moyenne des principaux fromages pour 100 g (Eck et Gillis, 2006)

Constituants	Fromage frais	Fromage à pâte molle	Fromage fondu
Eau (g)	80	50	48
Glucides (g)	4	4	2,5
Lipides (g)	7,5	24	22
Protéines (g)	8,5	20	18
Calcium (mg)	100	400	680
Sodium (mg)	40	700	1650
Vitamine A(2/3mg)	170	1010	1200

### **I.2.1. Eau**

La teneur en eau détermine dans une large mesure la consistance, la conservation, l'aspect et indirectement le goût du fromage (Eck et Gillis, 1997).

### **I.2.2. Matière grasse**

Selon Luquet (1990), la teneur en matière grasse portée sur l'emballage du produit fini ou le panneau, lorsque le fromage est vendu en vrac, correspond à la quantité de matière grasse contenue dans 100 g d'extrait sec, c'est-à-dire sur ce qui reste du fromage après déshydratation complète.

### **I.2.3. Protéines**

Lors de l'égouttage, les protéines du lait subissent une concentration. Le paracaseinate est la protéine la plus importante dans les fromages affinés traditionnels car les protéines solubles et les glycopeptides ont été éliminés avec le lactosérum. Par contre, dans les fromages obtenus par ultrafiltration préalable, toutes les protéines du lait sont présentes et ont été concentrées (Luquet, 1990).

### **I.2.4. Glucides**

La teneur en glucides des fromages blancs est de 3 à 4%, celle des fromages affinés et fondus est négligeable (2%), et elle est quasiment nulle dans les fromages à pâte pressée (Luquet, 1990).

### **I.2.5. Calcium et phosphore**

Dans la majorité des fromages, le rapport calcium / phosphore reste à peu près à la même approximation dans la majorité des fromages mesuré à 1,4 dans le lait, sauf dans les fromages à caillage lactique, à égouttage lent où il est de 1,2 (Luquet, 1990).

### **I.2.6. Vitamines**

Les vitamines liposolubles A, D, E et K des fromages sont en fonction de la teneur en matière grasse des laits utilisés comme matières premières, de l'adjonction de crème et de la concentration en matière sèche réalisée lors de l'égouttage (Luquet, 1990).

**I.3. Classification du fromage**

La variété des fromages dépend des paramètres technologiques au cours de la fabrication (tableau II). Les fromages sont regroupés en 03 catégories :

- Les fromages de type lactique sont obtenus essentiellement par coagulation biologique (coagulation lactique ou coagulation par acidification). Ce sont des fromages à pâte fraîche.
- Les fromages de type présure sont obtenus par coagulation chimique (coagulation par l'action des enzymes (la présure)). Ce sont des fromages à pâte pressée, à pâte ferme cuite et à pâte ferme non cuite.
- Les fromages de type mixte sont obtenus par coagulation chimique et par coagulation biologique. Ils sont obtenus par les deux méthodes de manière équivalente. Ce sont des fromages à pâte molle.

**Tableau II.** Les voies technologiques et les classes de fromage (Gelais et Tirard cité par Vignola, 2002)

Critères de Classification	Classes associées à chaque critère			
	Lactique	Mixte	Présure	
Coagulation				
Egouttage	Lent	Pressé non cuit	Cuit non pressé	Pressé cuit
Affinage	Sans affinage			
		Croute fleurie		
			Croute lavée	
			Persillée	
			Affinage dans la masse sans ouverture	
			Avec ouverture	
HRED	Pâte fraîche	Pâte molle	Pâte semi-ferme	Pâte ferme ou dure
Exemples de fromages	Chèvre frais	Brie	Mozzarella	Brick
	Cottage	Camembert	Cantonnier	Cheddar
	Fromage à la crème	Pyramide de chèvre	Ermite	Emmenthal
	Quark	Féta	Havarti	Gouda
			Oka	Fromage en grains
			Saint-paulin	Raclette
			Vacherin	Suisse
			Tomme	Canadien
			Bleu de brebis	Chèvre noir

### **I.4. Technologie des fromages**

Le fromage est le produit résultant de multiples étapes de fabrication : la coagulation de la caséine qui conduit, à partir du lait, à la formation d'un caillé ; l'égouttage, qui sert à séparer une partie plus ou moins importante de sérum pour obtenir une caillebotte ; le salage, qui agit en exhausteur de goût, en conservateur, et sa concentration aura un effet sur la souplesse du fromage ; et l'affinage de cette caillebotte, qui développe des saveurs et des textures originales. Ce sont les différentes techniques associées à chacune de ces étapes qui déterminent les différences entre les fromages (Vignola, 2002).

#### **I.4.1. Coagulation du lait**

La coagulation du lait correspond à une modification physico-chimique des micelles de caséine sous l'action d'enzymes protéolytiques et (ou) d'acide lactique, d'où la formation d'un réseau protéique tridimensionnel appelé coagulum ou gel.

Selon Eck et Gillis (1997), les mécanismes proposés dans la formation du coagulum diffèrent totalement suivant que ces modifications sont induites par acidification ou par action d'enzymes coagulantes ou encore par l'action combinée des deux.

La coagulation se produit en résultat de la déstabilisation de l'état micellaire originel de la caséine du lait (Goudéranche et *al.*, 2001). Trois voies de coagulation du lait ont été décrites :

##### **➤ Par voie enzymatique**

La coagulation du lait par voie enzymatique est attestée par divers type d'enzymes protéolytiques, d'origine animale comme la présure (composée de 80% de chymosine et 20% de pepsine), végétale comme la cyprosine et le cardosine (gaillet, figuier et chardon) ou microbienne (*Mucor pusillus*, *Mucor meihei* et *Endothia parasitica*) (Veisseyre, 1979 ; Mietton, 1995).

En pratique, la coagulation du lait est marquée par trois paramètres : le temps de floculation, la vitesse de raffermissement et la fermeté maximale du gel (Caron *et al.*, 1997).

##### **➤ Par voie acidifiante**

La coagulation par acidification est procurée par l'acide lactique d'origine bactérienne, qui convertit le lactose en acide lactique. La diminution du pH du lait de fromagerie adhère avec la production d'acide, ce qui provoque une solubilisation du phosphate et du calcium colloïdal, un élément essentiel dans la stabilité des micelles de

caséine. Ces dernières vont s'accoler entre-elles et composer un gel cassant très ébouleux et peu flexible (Mietton, 1995). La teneur en protéines agit sur la coagulation acide. Evidemment, un caillé lactique plus ferme sera formé à partir d'un lait riche en protéines (Vignola, 2002).

### ➤ **Par voie mixte**

La coagulation mixte est le résultat de l'action conjointe de la présure et de l'acidification lactique dans la pratique industrielle. Cependant, la formation du coagulum se fait généralement sous l'action dominante de la présure (FAO, 1996).

### **I.4.2. Egouttage**

L'égouttage, qui a lieu sur une table d'égouttage en salle de fabrication à une température allant de 20 à 25 °C, permet d'évacuer le sérum excédentaire libéré par la contraction des micelles de caséine et d'assurer la formation du coagulum ou « caillé » (Pradal, 2012). C'est de cette intervention délicate que dépendent la qualité et la conservation du fromage.

### **I.4.3. Moulage**

Le moulage modèle le fromage dans sa forme définitive. Pour les pâtes molles, on verse le caillé au moyen de louches, poches ou écremettes dans des moules perforés placés sur des tables, afin que le sérum s'écoule. Les pâtes pressées cuites sont moulées dans des formes à fond de bois et le caillé est enveloppé dans une toile de lin.

### **I.4.4. Salage**

Pour la plupart des fromages, une opération de salage entre l'égouttage et l'affinage est indispensable. Cette phase consiste à enrichir la pâte fromagère en chlorure de sodium (Veisseyre, 1979). Le salage s'effectue par deux méthodes : salage avec du sel fin ou gros et salage en saumure qui est plus régulier car il permet d'économiser des quantités importantes en sel (Goudédranche et *al.*, 2008).

### **I.4.5. Affinage**

L'affinage est la transformation biochimique des constituants du caillé sous l'action d'enzymes, généralement d'origine microbienne (Eck et Gillis, 2006).

Selon Bennett et Johnston (2004), l'affinage est l'étape la plus complexe de la fabrication des fromages maturés qui dépend de chaque caractéristique physico-chimique ou microbiologique du fromage

## **II. Fromage fondu**

### **II.1. Historique et définition du fromage fondu**

Le fromage fondu était à l'origine une forme de recyclage du gruyère défectueux puis d'autres fromages. Il résulte d'un mélange de fromages avec addition de sels minéraux ou organiques autorisés, appelés sels de fonte, qui agissent comme émulsifiants et chélatants et sont autorisés à 3% dans le produit fini. Ces sels sont utilisés dans le procédé de fonte, permettant le passage à un état homogène où la masse de fromage peut être pasteurisée et coulée dans l'emballage à chaud. Afin d'atteindre des températures de 90 - 95°C voir 120 - 125°C pour la stérilisation, la cuisson et le brassage s'effectuent dans des pétrins à double paroi (Beerens et Luquet, 1987; Mahaut et *al.*, 2000).

Selon Fox et McSweeney (1998), la fonte des fromages présente plusieurs avantages entre autres :

- Une certaine quantité de fromage qui est difficile ou même impossible à commercialiser peut être employée ;
- Le mélange de différentes variétés de fromage et d'autres matières premières non laitières permet de donner des fromages fondus différents du point de vue consistance, flaveur et forme ;
- Les fromages fondus ont une stabilité à la conservation sous des températures modérées, ce qui réduit le coût de stockage et du transport (Christensen et *al.*, 2003) ;
- Ces fromages sont plus stables que les fromages naturels pendant le stockage ;
- Une valeur nutritionnelle excellente, spécialement comme source de calcium et de protéines pour les enfants, et bonne aptitude à la satisfaction des besoins nutritionnels s'ils sont enrichis en vitamines et en minéraux (Zhang et Mahoney, 1991) ;
- Les fromages fondus sont attractifs pour les enfants qui refoulent les saveurs poussées des fromages naturels.

### **II.2. Composition du fromage fondu**

#### **II.2.1. Fromage de fonte**

Le fromage fondu et la spécialité fromagère sont les produits laitiers dans lesquels le fromage est l'ingrédient laitier majoritairement utilisé comme matière première (C.C.A., 2004).

Le choix des fromages utilisés se fait entre le Cheddar, l'Emmental, le Gruyère, la Mozzarella et d'autres fromages à pâte pressée en se basant sur le type, la saveur, la maturité, la consistance, la texture et l'acidité (Chambre et Daurelles, 1997).

#### **II.2.2. Poudre de lait**

Les poudres de lait qui sont des produits résultant de l'élimination partielle de l'eau du lait sont divisées en trois groupes : poudre de lait entière, poudre de lait partiellement écrémé et poudre de lait écrémé (Claude et *al.*, 2002).

#### **II.2.3. Eau**

L'eau joue un rôle important dans la préparation des aliments. Elle intervient comme matière première mais elle peut être un agent vecteur porteur des germes dangereux ; c'est la raison pour laquelle elle doit être potable.

#### **II.2.4. Pré-fonte**

La pré-fonte correspond au fromage déjà fondu qui résulte de la récupération de la pâte contenue dans différents endroits du circuit du produit ; dans l'atelier, en fin de production et notamment au niveau du conditionnement. Lorsque la pré-fonte est refondue, elle se comporte, sur le plan de la chimie des colloïdes, comme un fromage fondu ayant été exposé depuis un certain temps aux phénomènes chimiques, physiques et mécaniques du processus de fonte. Ainsi, la pré-fonte transmet fortement ce processus physicochimique de modification de la structure au fromage fraîchement fondu auquel elle est ajoutée. Dès lors, le crémage est beaucoup plus rapide qu'en l'absence de pré-fonte (Berger et *al.*, 1993).

#### **II.2.5. Sels de fonte**

Les sels de fonte sont les seuls additifs employés dans la fabrication du fromage fondu. Ils permettent la réalisation de processus de la fonte par échange d'ions (calcium

contre sodium en général) et donnent au produit fini une texture homogène. Leur absence entraîne, après arrêt du brassage, la séparation de caséine (Luquet, 1990).

Les sels de fonte utilisés dans la fabrication du fromage fondu sont essentiellement les sels de sodium, de l'acide phosphorique et l'acide citrique (Eck et Gillis, 1997).

### **II.2.6. Matière grasse**

L'incorporation de matière grasse laitière est fréquente afin d'ajuster la teneur finale en matière grasse du produit et lui conférer les qualités organoleptiques notamment aromatiques agréables. Elle se fait essentiellement sous forme de beurre, de crème ou autres présentations commerciales (Eck et Gillis, 1997).

## **II.3. Classification du fromage fondu**

Les fromages fondus peuvent être classés selon leur teneur en matière grasse ou selon leur forme.

### **II.3.1. Classification selon la teneur en matière grasse**

Selon la teneur en matière grasse de l'extrait sec (MG/ES), les fromages fondus peuvent se diviser en sept catégories (Tableau III). L'extrait sec du produit fini doit provenir à raison d'au moins 750 g /Kg de l'extrait sec du fromage.

L'extrait sec doit être: égal ou supérieur à 500 g /Kg; pour le fromage fondu à pâte extra-dure ou à pâte dure, égal ou supérieur à 450 g / kg pour le fromage à pâte mi-dure et égal ou supérieur à 350 g /kg pour le fromage à pâte molle.

Pour le fromage fondu et le fromage fondu à tartiner dont la dénomination comprend le nom d'une variété de fromage, outre le fromage, seul les matières grasses lactiques, le sel comestible et l'eau potable peuvent être employés.

**Tableau III.** Classification des fromages fondus selon la teneur en MG (D.F.I., 2009)

<b>Catégories selon la teneur en MG</b>	<b>Teneur minimale MG/ES (g/kg)</b>	<b>Fromage fondu ES minimal (g/kg)</b>	<b>Fromage fondu à tartiner ES minimal (g/kg)</b>
<b>Double crème</b>	650	530	450
<b>Crème</b>	550	500	450
<b>Gras</b>	450	500	400
<b>Trois-quarts gras</b>	350	450	400
<b>Demi-gras</b>	250	400	300
<b>Quart-gras</b>	150	400	300
<b>Maigre</b>	Moins de 150	400	300

La composition doit satisfaire aux exigences suivantes:

- si la dénomination spécifique comprend une appellation d'origine, seul le fromage en question peut être utilisé pour la fonte;
- si la dénomination spécifique comprend une indication de provenance, le mélange utilisé pour la fonte doit contenir au moins 750 g /Kg de la variété citée. Le reste du fromage doit être comparable;
- pour toute autre dénomination de fromage, le mélange utilisé pour la fonte doit contenir par kg plus de 500 g du fromage en question (D.F.I., 2009).

### **II.3.2. Classification selon la forme**

Selon Richonnet (2016), sur le marché mondial, les produits issus de la fonte de fromages peuvent être regroupés en cinq familles :

**A- Bloc :** le traitement thermique est modéré de manière à conserver au produit fini un aspect de fromage à pâte pressée (élasticité marquée et tranchabilité) ;

**B- Coupe :** moins ferme que le bloc mais non tartinable, il contient 3 ou 4 points de moins de matière sèche ;

**C- Tartinable :** grâce à un processus de krémage ajusté (qui signifie épaissement du fromage fondu), le fromage peut être aromatisé avec des inclusions (épices, graines, herbes. . .) ou nature, conditionné en portions individuelles (principalement sous film aluminium) ou en pot et barquettes de formes diverses. Cette étape ne doit pas être confondue avec le krémage, qui désigne la remontée de la crème à la surface du lait. Ces fromages peuvent aussi être proposés en produit de goûter, associés avec des cakes ou des biscuits ;

**D- Toastable :** destinés à la fonte, ces fromages se présentent sous forme de tranches adaptées à une mise en œuvre culinaire (dans les hamburgers. . .etc).

**E- Thermostable :** Ce type de fromage subit alors un krémage très poussé pour ne pas fondre lorsqu'il est soumis à la chaleur. On le retrouve notamment sous forme de cubes dans les plats asiatiques.

### **II.4. Processus de fabrication du fromage fondu pasteurisé « FFR et FFHO » selon la laiterie RAMDY**

Le diagramme de fabrication du fromage fondu pasteurisé fabriqué à l'unité « RAMDY » est illustré dans la figure 1 (annexe 1).

La fabrication des deux fromages fondus pasteurisés est réalisée avec les mêmes ingrédients, exception faite pour l'huile d'olive ajoutée pour le FFHO. Elle comprend successivement les étapes suivantes :

#### **II.4.1. Préparation des matières premières**

Les différents ingrédients entrant dans la composition du fromage fondu pasteurisé (poudre de lait 0% et 26% MG, sel de table, sels de fonte, Cheddar, pré-fonte, crème fraîche, gélifiant, acide citrique, la nesine, huile d'olive) sont préparés, pesés et fragmentés. Pour faciliter le mélange avec les autres ingrédients et réduire le temps de fonte, le Cheddar est découpé à l'aide de lames.

#### **II.4.2. Mélange, cuisson et fonte**

Les ingrédients sont mélangés dans un cutter-cuiseur. À ce stade, de l'eau de procès est ajoutée afin d'ajuster l'extrait sec et donc la texture de la pâte. Les sels de fonte sont également ajoutés durant cette étape pour assurer l'homogénéité de la pâte, suivi d'une cuisson (pasteurisation) à une température de 95°C pendant 14 min.

#### **II.4.3. Conditionnement**

Le conditionnement des portions de fromage fondu pasteurisé s'effectue dans une feuille d'aluminium d'une manière entièrement automatisée tout en maintenant la température de pasteurisation entre 65 et 85°C afin d'éviter toute contamination microbiologique. La feuille est préformée par pliage sous forme d'une coquille qui, après remplissage avec la pâte fondue, reçoit un couvercle avant l'accomplissement du scellage. Une fois conditionnée, les portions de fromage sont mises dans des boîtes en carton de façon manuelle.

#### **II.4.4. Refroidissement**

Une fois le fromage conditionné, il subit un refroidissement en le mettant dans des chambres froides à 4°C.

### **II.4.5. Etiquetage**

Les boîtes sont ensuite marquées en bas par un jet d'encre qui va mentionner toutes les coordonnées de production (numéro de la machine) pour l'identification de la machine responsable en cas de défaut. Les boîtes fabriquées sont décorées par des étiquettes comportant le nom du produit fabriqué à la surface supérieure et latérale de la boîte. Les boîtes étiquetées sont datées par un dateur automatique qui mentionne la date de production et d'expiration sur la surface inférieure (en bas) de la boîte.

### **II.4.6. Stockage et commercialisation**

Les fromages sont stockés à des températures de 4°C pendant 1 à 2 jours puis sont livrés selon les commandes.

## **II.5. Contrôle de la qualité**

Les contrôles effectués dans les laboratoires au sein des industries ont pour but d'analyser les matières premières et les produits finis. Ils sont réalisés à chaque étape de la production afin de pouvoir corriger à n'importe quel moment en cas d'un problème.

### **II. 5.1. Contrôle physico-chimique**

Ce contrôle consiste à mesurer les différents paramètres tels que le pH, la matière grasse, l'extrait sec des matières usagées y compris le produit fini, afin de les comparer aux normes exigées.

### **II.5.2. Contrôle microbiologique**

Ce type de contrôle vise :

- ✓ D'une part à vérifier l'absence des germes pathogènes et la présence en nombre limité de microorganismes indicateurs d'hygiène.
- ✓ D'autre part à contrôler l'absence de germes ayant des incidences technologiques défavorables.

Il s'agit des spores, des levures et des microorganismes tels que les coliformes, staphylocoques et les salmonelles.

### **II.5.3. Contrôle organoleptique**

Les caractéristiques organoleptiques dépendent du jugement de certaines qualités en rapport avec le consommateur. Entre autres :

- **l'aspect externe:** brillance, couleur, absence de trous et d'exsudation grasse... etc
- **la texture :** mastication, tartinabilité ;
- **la flaveur :** olfaction et goût.

### **II.6. Microflore du fromage**

La composition microbiologique du fromage dépend de celle du lait utilisé, du processus de fabrication et de l'âge du fromage (Ercolini et *al.*, 2009). Généralement, elle est dominée par les bactéries lactiques en l'occurrence les *Lactococcus* et les *Enterococcus* qui influencent les caractéristiques sensorielles du produit fini (Randazzo et *al.*, 2009).

Le fromage sous microscope représente tout un micro-écosystème qui joue un rôle important sur le résultat final, souhaité ou non, de ce produit. L'origine de ces flores est principalement due à la flore initiale du lait (dans le cas des fromages au lait cru), à la flore de contamination post-traitement thermique ou à la flore d'affinage (McSweeney, 2007).

La microflore du fromage joue un grand rôle dans l'affinage, mais elle est complexe et en évolution. Selon Alais et *al.*(2008) :

- La microflore lactique tend à se réduire au cours de l'affinage. Les lactobacilles persistent longuement dans les pâtes pressées et les pâtes fermes ; leurs enzymes protéolytiques et lipolytiques sont endocellulaires, mais elles passent dans le milieu après la mort de milliards de cellules par gramme.
- Les entérocoques sont abondants dans les fromages de lait cru ou modérément thermisés. Leurs protéases dégradent la caséine.
- Les levures se trouvent aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des fromages. Elles sont en général hâtives, car elles supportent bien les milieux acides (pH inférieur à 5) et salés (10 % de NaCl).
- Les moisissures sont le plus souvent en surface, sauf dans les fromages bleus où leur croissance est facilitée par le piquage de la pâte.

La préservation *in situ* de la diversité microbienne tout au long de la chaîne de production permet de maintenir une biodiversité microbienne qui garantit la richesse et la diversité sensorielles des fromages (Montel et *al.*, 2005).

### **II.7. Conservation du fromage**

La transformation du lait en fromage est un mode de conservation du lait entreposé au frais (4- 6°C), empêchant ainsi le développement de la flore psychrophile, particulièrement les bactéries à Gram négatif telles que les *Pseudomonas* qui s'y développent au bout de 48 h (Yabrir, 2014).

Parmi les différentes méthodes de conservation :

- La plus connue est l'affinage où les constituants du caillé sont soumis à une digestion enzymatique des microorganismes, principalement des protéases et/ou de la présure, rendant le fromage souple et donnant lieu à des saveurs (Beresford *et al.*, 2001) ;
- Les conditions d'anaérobiose obtenues avec des emballages adéquats leur permet une conservation prolongée et offrent aussi un moyen de préservation contre les contaminations ultérieures possibles (Sabry et Guerrant, 1958);
- La saumure et le sel piègent l'eau présente dans le fromage, ce qui empêche le développement des micro-organismes (Mansour et Alais, 1973);
- L'entreposage en atmosphère contrôlée avec des teneurs variées d'oxygène et d'azote (Champagne *et al.*, 2003);
- La réfrigération seule ou en association avec l'une des méthodes sus-citées est considérée comme le complément indispensable pour une bonne conservation (Moulin, 1939).

La durée de conservation du fromage varie en fonction de son mode de fabrication. Les variétés de fromage nécessitant une longue maturation se conservent plus longtemps que les fromages frais.

## **III. Généralités sur l'huile d'olive**

### **III.1. Définition de l'huile d'olive**

Selon le C.O.I. (2013), l'huile d'olive vierge est l'huile obtenue du fruit de l'olivier (*Olea europea*) uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, notamment thermiques, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration.

L'huile d'olive vierge peut être considérée comme exemple d'aliments fonctionnels contenant une variété de composés qui peuvent contribuer à la totalité de ses caractéristiques thérapeutiques (Stark et Madar, 2002 ; Ollivier et *al.*, 2004).

### **III.2. Composition chimique de l'huile d'olive**

L'huile d'olive vierge est un système chimique complexe constitué de plus de 250 composés (Angerosa et *al.*, 2004). Elle est composée d'une fraction saponifiable constituée de triglycérides et d'acides gras libres et d'une fraction insaponifiable (composants mineurs). Cette dernière représente 1% de l'huile (Servili et *al.*, 2004).

### **III.3. Activité antimicrobienne de l'huile d'olive**

Plusieurs études attestent du rôle incontestable des composés phénoliques de l'huile d'olive dans l'inhibition d'innombrables bactéries pathogènes. Ces composés sont considérés comme étant des agents antibactériens promoteurs pour le traitement des infections des systèmes gastro-intestinaux ou du système respiratoire (Romero et *al.*, 2007).

*Partie*  
*Pratique*

# *Chapitre I*

## *Matériel et Méthodes*

## **I. Echantillonnage**

Le Janvier 2018, deux fromages fondus pasteurisés (FFR et FFHO) ont été collectés au niveau de l'unité laitière et fromagère « RAMDY » située dans la zone industrielle Taharacht d'Akbou (Béjaia). Deux échantillons d'environ 21 boîtes de 240 g pour les deux fromages ont été récupérés.

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire du contrôle de qualité de l'unité RAMDY.

La détermination du pH et la recherche des principaux groupes microbiens (coliformes totaux et fécaux, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium* sulfito-réducteurs) dans les deux types de fromage collectés ont été effectuées une fois par semaine pendant 98 jours. Le reste des paramètres physico-chimiques (EST, MG, MG/MS et l'humidité) a été déterminé durant chaque 49 jours de stockage à 6 °C.

## **II. Analyses physico-chimiques**

### **II.1. Détermination du pH**

Le potentiel hydrogène (pH) du fromage est mesuré à l'aide d'un pH-mètre « HANNA, HI 2210 ».

L'électrode du pH-mètre, préalablement étalonnée, est rincée avec de l'eau distillée, puis est directement introduite dans l'échantillon du fromage. La valeur de pH de l'échantillon est obtenue par simple lecture sur l'écran de l'appareil.

### **II.2. Détermination de l'extrait sec total (EST)**

La matière sèche d'un fromage représente tous ses composants à part l'eau. Elle est mesurée au moyen d'un dessiccateur infrarouge « SARTORIUS, MA35 ».

Dans un dessiccateur, réglé à une température de 102°C, 1g du fromage est mis puis étalé sur toute la coupelle d'aluminium préalablement tarée. Le couvercle du dessiccateur est fermé. Après quelque minute, la valeur de l'extrait sec est indiquée en pourcentage sur l'afficheur d l'appareille.

**II.3. Détermination de l'humidité**

L'humidité d'un fromage se calcule comme suit :

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

Avec :

H (%) : Humidité en pourcentage

EST : Extrait sec total

**II.4. Détermination du taux de la matière grasse (MG)**

La détermination du taux de la MG est réalisée selon la méthode de Van Gulick.

Pour cela, 3g de fromage sont pesés dans un godet en verre perforé. Ce dernier est placé dans un butyromètre à fromage. Ensuite, l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $d = 1,52$ ) est ajouté jusqu'à immersion du godet afin de faire dissoudre les protéines du fromage.

Le butyromètre, col en bas, est placé dans un bain-Marie à  $65 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 2 h. Chaque 20 min, le contenu est agité jusqu'à dissolution totale du fromage. Après avoir rajouté 1ml d'alcool iso-amylque (3-méthyl-1-butanol) à l'échantillon, le volume est complété par l'acide sulfurique jusqu'au trait du 35 ml de la graduation du butyromètre.

Enfin le butyromètre est centrifugé à 1000 rpm /10 min avec chauffage. Le taux de la matière grasse est lu sur les graduations du butyromètre.

**II.5. Détermination du rapport matière grasse/matière sèche (MG/MS)**

Le rapport matière grasse / la matière sèche exprimée en gramme pour 100 g de matière sèche est donné par la formule suivante :

$$\mathbf{R (\%) = (MG/MS) \times 100}$$

Avec :

MG : Matière grasse

MS : Matière sèche

R : Rapport

### III. Analyses microbiologiques

La composition des milieux de culture utilisés au cours des analyses microbiologiques de nos échantillons est détaillée dans l'annexe 2.

#### III. 1. Préparation de la solution-mère

Dans des conditions d'asepsie, 10 g de fromage sont pesés puis dissous et homogénéisés dans 90 ml de la solution de Ringer. Cette suspension constitue la solution-mère (figure 2, annexe 3).

#### III. 2. Recherche des coliformes totaux

La recherche des coliformes totaux a été réalisée par la méthode d'ensemencement en profondeur et en double couche. Une quantité de milieu de culture VRBL est coulée sur la boîte de Pétri contenant préalablement 1 ml de la solution- mère en tenant compte de bien mélanger la gélose avec l'inoculum. Après solidification, une deuxième couche du même milieu de culture est coulée et laissée se solidifier. Les boîtes de Pétri ainsi ensemencées sont incubées à 30°C pendant 24 h (figure 3, annexe 3).

#### III.3. Recherche des coliformes fécaux

Le même principe et le même protocole expérimental sont effectués pour les coliformes fécaux, la seule différence réside dans la température d'incubation qui est de 44°C (figure 3, annexe 3).

Les coliformes apparaissent en masse sous forme de colonies de couleur rose et de 0.5 mm de diamètre.

#### III.4. Recherche de *Staphylococcus aureus*

La recherche de *Staphylococcus aureus* est réalisée par la méthode d'ensemencement en surface. Pour cela, 0,1 ml de la solution- mère est ensemencé au moyen d'un râteau étaleur à la surface de la gélose Baird Parker, additionnée de jaune d'œuf et de tellurite de potassium. Les boîtes de Pétri ainsi ensemencées sont incubées à 37° C pendant 48 h (figure 4, annexe 3).

Le *Staphylococcus aureus* forme des colonies noires entourées d'une zone claire.

### **III.5. Recherche des *Clostridium* sulfito-réducteurs (CSR)**

Une série de 5 tubes contenant chacun 1 ml de la solution- mère est portée à 80°C pendant 10 min dans un bain- Marie. Après refroidissement avec de l'eau froide, 15 ml de la gélose viande foie, additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer, sont coulés dans chaque tube. Après solidification, quelques gouttes d'huile de paraffine sont déposées sur la gélose et les tubes sont incubés à 44°C pendant 48h (figure 5, annexe 3).

Les *Clostridium* Sulfito-Réducteurs apparaissent sous forme de colonies noires.

***Chapitre II***  
***Résultats et Discussion***

## I. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées pour les deux fromages FFR et FFHO conservés à 6°C durant 98 jours sont présentés dans le tableau 1, annexe 4.

Le tableau IV montre la moyenne des résultats de chaque paramètre physico-chimique réalisé pour les deux fromages étudiés.

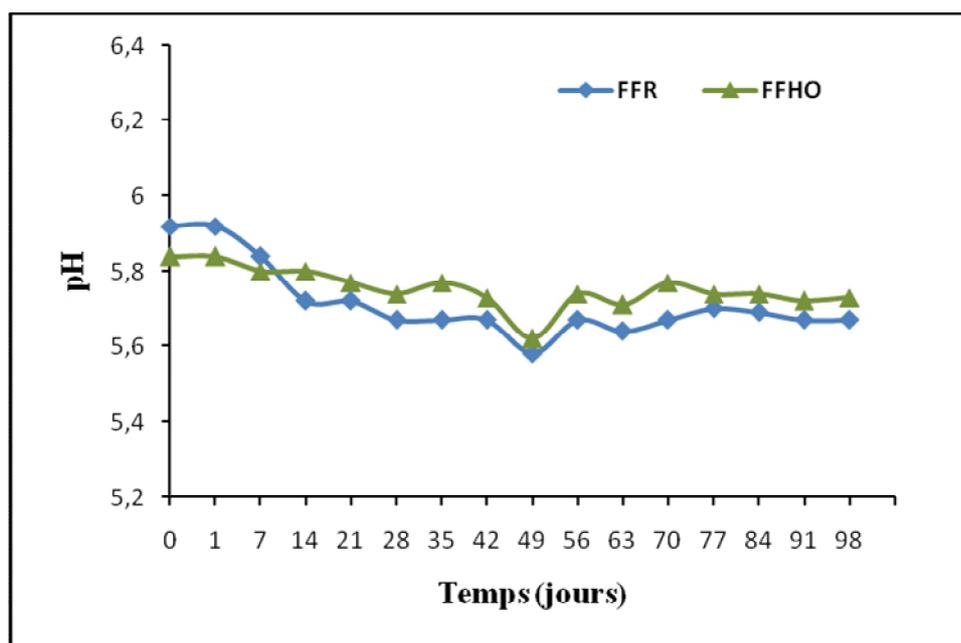
**Tableau IV.** Résultats des analyses physico-chimiques des deux types de fromages

Paramètre	Valeur	
	FFR	FFHO
Ph	5,70	5,74
EST (%)	48,56	45,05
H (%)	51,44	54,94
MG (%)	24,66	19,5
Rapport MG/MS (%)	50,78	43,28

### I.1. Suivi du pH

Le pH est le paramètre qui influe le plus sur la texture et même à l'intérieur du fromage ; c'est un paramètre important car il agit, d'une part sur la dissociation des différents groupes à liaison calcium donc sur l'action des sels de fonte, et d'autre part sur la solubilité des protéines (Vassal et *al.*, 1986 ; Boutonnier, 2000).

Les résultats du suivi de pH des deux fromages étudiés (FFR et FFHO), pendant 98 jours conservé à 6°C, sont représentés dans la figure 1.



**Figure 1:** Evolution du pH des fromages FFR et FFHO

Les résultats obtenus montrent que le pH des deux fromages analysés est relativement acide. Durant toute la période de conservation, le pH varie de 5,58 à 5,92 et de 5,62 à 5,84 pour le FFR et le FFHO respectivement.

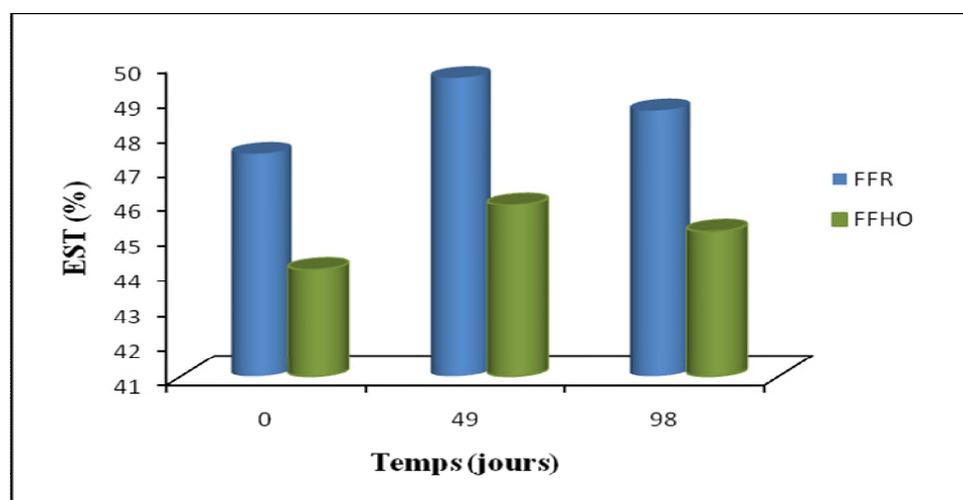
Les valeurs obtenues sont conformes à celles indiquées dans la norme exigée par l'entreprise RAMDY, qui sont comprises entre 5,70 et 5,80 et la norme AFNOR (1986) qui sont comprises entre 5,6 et 5,85.

L'incidence du pH sur la texture des fromages fondus est exprimée par les caractéristiques de la pâte du fromage. Un pH de 5,90 à 6,20 donne une pâte liée, trop humide, collante, au goût légèrement savonneux, avec une faible aptitude à la conservation. Par contre, un pH de 5,70 à 5,90 donne une pâte homogène, courte, onctueuse et facilement tartinable (Boutonnier, 2000). Cette gamme de pH comprend les valeurs obtenues dans ce travail. Globalement, les meilleurs résultats sont obtenus pour une gamme de pH comprise entre 5,4 et 5,8, pour les fromages de type tartinable et bloc (Kapoor et Metzger, 2008 ; Roustel, 2014).

## I.2. Détermination de l'extrait sec total

Le taux d'extrait sec dans un fromage fondu dépend entre-autre de la quantité de fromage utilisé pour la fonte et du taux d'extrait sec des autres matières premières mises en œuvre pour la fabrication du fromage fondu (Eck et Gillis, 1997).

Selon la figure 2 et concernant le FFR, les valeurs de l'extrait sec total passent de 47,42% pour atteindre 49,60% au 49<sup>ème</sup> jour de conservation puis diminuent au 98<sup>ème</sup> jour (48,66%). Par contre, de faibles valeurs de l'EST ont été constatées pour le FFHO et varient de 44,07% au 45,17% entre le jour 0 et le 98<sup>ème</sup> jour.



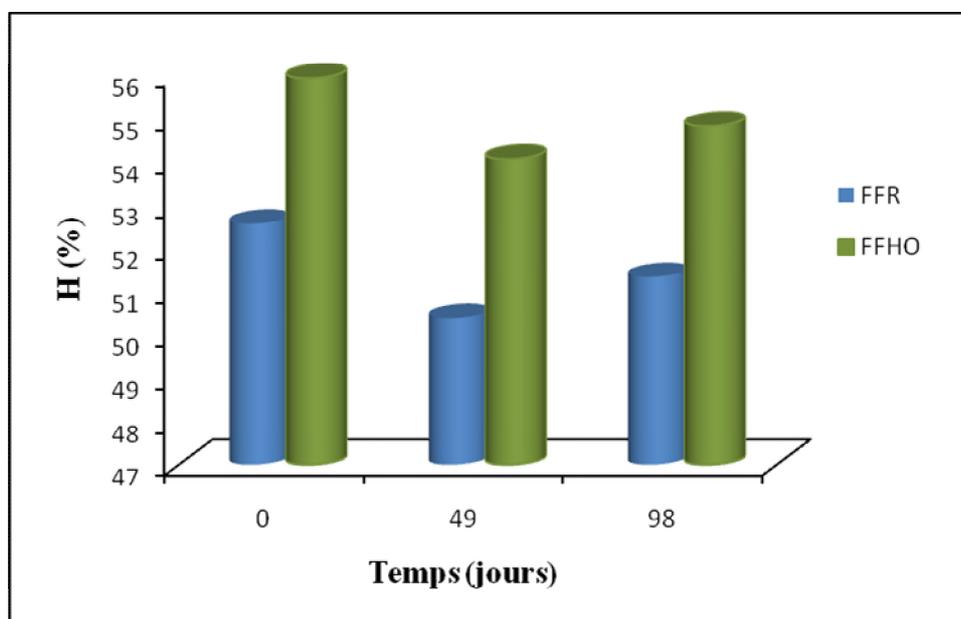
**Figure 2 :** Evolution de l'EST des fromages étudiés

Les valeurs obtenues sont conformes à la norme exigée par l'entreprise et à la norme AFNOR (1986) qui doivent être supérieure ou égale à 40, ce qui montre que le produit fabriqué est de bonne qualité nutritive et en outre il n'y a pas de perte de matières premières car on ne trouve pas un point en dehors de la limite supérieure.

### I.3. Détermination de l'humidité

Le taux d'humidité est un paramètre physico-chimique qui renseigne sur la consistance du fromage, il est inversement proportionnel à la dureté du fromage.

Selon McMahon *et al.*, (1999), les propriétés fonctionnelles des fromages sont contrôlées par la composition chimique, y compris le taux d'humidité.



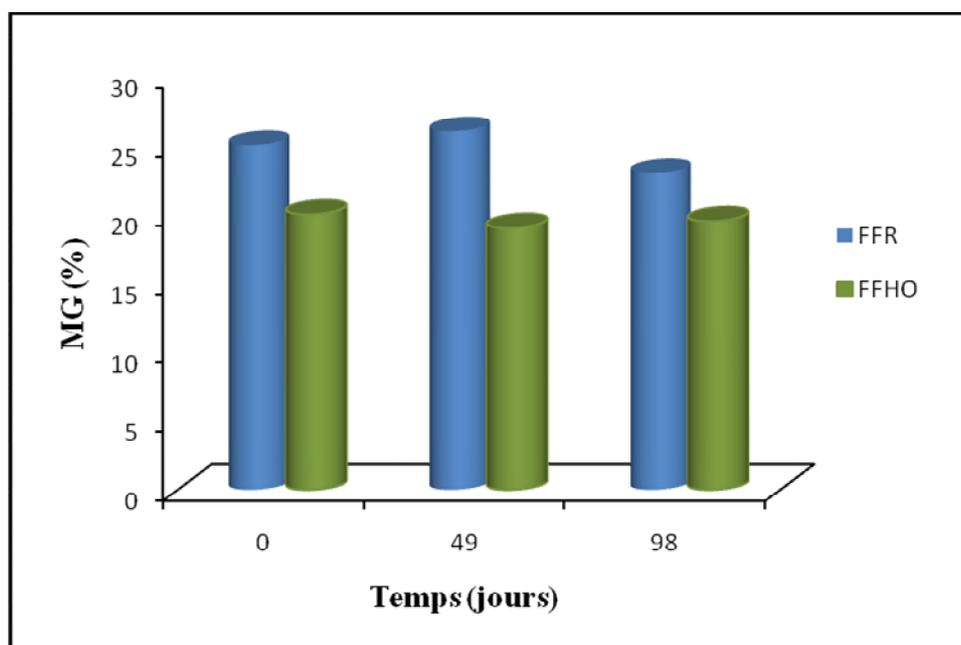
**Figure 3:** Evolution de l'humidité des fromages suivis

Les résultats obtenus pour le taux d'humidité des deux fromages analysés varient entre (52,58%, 50,40%, 51,34 %) et (55,93%, 54,07%, 54,83%), pour les fromages FFR et FFHO respectivement (Figure 3). Le FFR présente un taux d'humidité faible par rapport au FFHO. Nos résultats indiquent la conformité à la norme exigée par l'entreprise.

### I.4. Détermination du taux de la matière grasse

Selon Gelais *et al.*, (2002), la matière grasse transporte les composés aromatiques liposolubles d'où sa contribution à la qualité sensorielle du fromage.

D'après les résultats obtenus, le taux de la MG du FFR atteint une valeur de 26% au bout de 49 jours de conservation puis diminue à 23% le 98<sup>ème</sup> jour. Par contre, pour le FFHO, le taux de la MG reste relativement stable durant la période de production conservation (Figure 4). Nos résultats montrent qu'il y'a une différence relativement élevée concernant la teneur en matière grasse pour les deux fromages analysés. Selon Kumar, (2012) ainsi Hauerlandová et *al.* (2014), la différence en matière grasse des fromages analysés est probablement due à la différence de la teneur en matière grasse des matières premières utilisées et à la différence dans les formulations des fromages fondus en question.



**Figure 4:** Evolution de la matière grasse des fromages étudiés

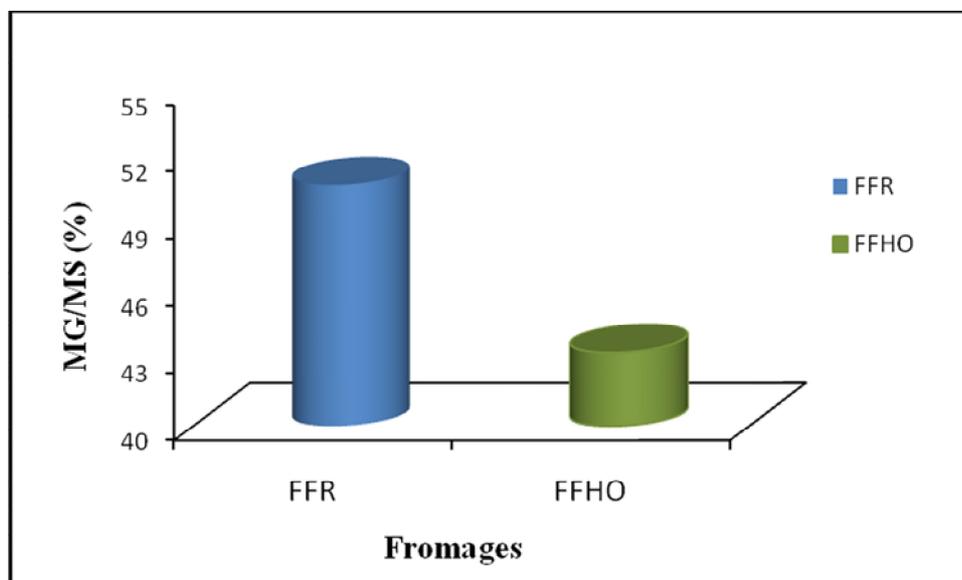
On peut conclure que nos résultats sont conformes à la norme fixée par l'entreprise, ceci est peut être du au respect du batch (composition en matières premières comme la poudre de lait) utilisé pour la production de ces fromages.

### **I.5. Détermination du rapport de matière grasse /matière sèche (MG/MS)**

Le taux de la matière grasse dans l'extrait sec contribue directement aux propriétés organoleptiques notamment l'onctuosité qui se caractérise par le toucher gras d'un produit. Le bon choix de la matière première et le respect de la technique de fabrication permettent l'obtention de produits dans une large gamme de textures : de fluide à ferme et de tartinable à tranchable (Eck et Gillis, 2006).

Le rapport (MG/MS) dépend essentiellement du taux de matières grasses ajoutées au mélange (Benamara, 2017).

Les résultats de la présente étude montrent que les valeurs moyennes de ce rapport sont respectivement de 50,78% et 43,28 % pour le FFR et le FFHO (Figure 5). Ces résultats sont conformes à la norme fixée par l'entreprise RAMDY.



**Figure 5:** Histogramme représentant les valeurs du rapport MG/MS du FFR et du FFHO

Vu que les résultats obtenus dans les analyses physico-chimiques des deux fromages étudiés sont conformes aux normes exigées par l'entreprise, on peut conclure que ces deux produits sont de qualité physico-chimique satisfaisante.

## II. Analyses microbiologiques

L'objectif des analyses microbiologiques effectuées est de rechercher certains micro-organismes dans le but de vérifier que la qualité des fromages correspond aux objectifs que l'on s'est fixé.

Selon Cardinal et *al.*, (2003), les indicateurs de la qualité et des bonnes pratiques de fabrication des aliments sont les microorganismes et/ou leurs produits métaboliques, dont la présence dans des aliments peut être utilisée pour évaluer la qualité (fraîcheur) d'un produit.

### II.1. Recherche des coliformes

Les coliformes se répartissent en deux groupes distincts, les coliformes totaux dont l'origine est l'environnement général, ils sont détectés dès 30°C ; les coliformes fécaux,

qui sont plus thermo-tolérants (détectés à 44°C) sont considérés des indicateurs d'une contamination d'origine fécale qui permet de juger l'état hygiénique d'un produit.

En revanche, selon Larpent (1990), la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale. Certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier.

### II.1.1. Recherche des coliformes totaux

Les coliformes totaux sont des bâtonnets à Gram négatif, sporulés qui se définissent comme des bactéries aérobies ou anaérobies facultatives.

Les résultats de la recherche des coliformes totaux dans les fromages étudiés (FFR, FFHO), pendant une durée de 98 jours, sont représentés dans le tableau V.

**Tableau V.** Résultats de la recherche des coliformes totaux dans les fromages étudiés

Temps (jours)	Résultat		Norme
	FFR	FFHO	
0	Absence	Absence	10 <sup>2</sup> UFC/g
1	Absence	Absence	
7	Absence	Absence	
14	Absence	Absence	
21	Absence	Absence	
28	Absence	Absence	
35	Absence	Absence	
42	Absence	Absence	
49	Absence	Absence	
56	Absence	Absence	
63	Absence	Absence	
70	Absence	Absence	
77	Absence	Absence	
84	Absence	Absence	
91(DLC)	Absence	Absence	
98	Absence	Absence	

L'interprétation des résultats obtenus, pour cette catégorie de bactéries, cible leur présence à 10<sup>2</sup> UFC /g de fromage. Les résultats obtenus montrent clairement l'absence des coliformes totaux dans les deux fromages analysés ; ceci prouve la conformité avec la norme ISO 4832 appliquée dans l'entreprise.

### II.1.2. Recherche des coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, aérobies ou anaérobies facultatifs et capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés équivalentes.

Les résultats de la recherche des coliformes fécaux dans le FFR et le FFHO, pendant la durée de 98 jours, sont représentés dans le tableau VI.

**Tableau VI.** Résultats de la recherche des coliformes fécaux dans les fromages étudiés

Temps (jours)	Résultat		Norme
	FFR	FFHO	
0	Absence	Absence	10 UFC/g
1	Absence	Absence	
7	Absence	Absence	
14	Absence	Absence	
21	Absence	Absence	
28	Absence	Absence	
35	Absence	Absence	
42	Absence	Absence	
49	Absence	Absence	
56	Absence	Absence	
63	Absence	Absence	
70	Absence	Absence	
77	Absence	Absence	
84	Absence	Absence	
91(DLC)	Absence	Absence	
98	Absence	Absence	

La recherche de ces germes est effectuée sur un milieu solide et selon la norme précisée (ISO4832). Les résultats obtenus sont conformes avec les normes exigées par l'industrie RAMDY.

En effet, les deux fromages analysés présentent une bonne qualité hygiénique, qui serait le résultat du traitement thermique subit (pasteurisation à 95°C/14 min). Dans le cas

d'un produit comme le fromage, cette technique permet de conserver le produit en dehors de la chaîne de froid tout en détruisant les germes susceptibles de contaminer le produit durant la fabrication. De plus, l'ajout de certains ingrédients tel que le sel qui empêche la croissance des microorganismes tout en captant l'eau. Nos résultats montrent aussi le respect des bonnes pratiques de fabrication.

## II.2. Recherche du *Staphylococcus aureus*

Le *Staphylococcus aureus* est un cocci à Gram positif, non sporulé qui croît en amas, aérobique ou anaérobique, mésophile, pouvant croître à 6°C et même tolérer 46°C.

Les résultats de la recherche de *Staphylococcus aureus* dans les fromages fondus étudiés, pendant la durée de 98 jours, sont représentés dans le tableau VII.

**Tableau VII.** Résultats de la recherche du *S. aureus* dans les fromages étudiés

Temps (jours)	Résultat		Norme
	FFR	FFHO	
0	Absence	Absence	10 <sup>2</sup> UFC/g
1	Absence	Absence	
7	Absence	Absence	
14	Absence	Absence	
21	Absence	Absence	
28	Absence	Absence	
35	Absence	Absence	
42	Absence	Absence	
49	Absence	Absence	
56	Absence	Absence	
63	Absence	Absence	
70	Absence	Absence	
77	Absence	Absence	
84	Absence	Absence	
91(DLC)	Absence	Absence	
98	Absence	Absence	

Selon le tableau VIII, l'absence totale de *Staphylococcus aureus* dans les deux fromages et durant toute la période testée a été constatée. Nos résultats sont en conformité avec la norme ISO 6888-1 appliquée par l'entreprise RAMDY.

### II.3. Recherche des *Clostridium* sulfito-réducteurs (CSR)

Les *Clostridium* sont des bacilles à Gram positif, souvent de grande taille, isolés ou en chaînettes.

Les résultats de la recherche de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les fromages fondus testés, pendant la durée de 98 jours, sont représentés dans le tableau VIII.

**Tableau VIII.** Résultats de la recherche de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les fromages étudiés

Temps (jours)	Résultat		Norme
	FFR	FFHO	
0	Absence	Absence	1 UFC/g
1	Absence	Absence	
7	Absence	Absence	
14	Absence	Absence	
21	Absence	Absence	
28	Absence	Absence	
35	Absence	Absence	
42	Absence	Absence	
49	Absence	Absence	
56	Absence	Absence	
63	Absence	Absence	
70	Absence	Absence	
77	Absence	Absence	
84	Absence	Absence	
91(DLC)	Absence	Absence	
98	Absence	Absence	

L'analyse microbiologique des deux fromages FFR et FFHO a montré l'absence totale des *Clostridium* sulfito-réducteurs. Ces résultats sont conformes aux normes de satisfaction exigées par la norme NF T 90-415 appliquée par l'entreprise.

Selon les résultats obtenus et leur correspondance aux normes, les deux fromages étudiés qui ont fait l'objet des analyses microbiologiques, s'avèrent, selon l'arrêté interministériel du 24/01/1998 correspondant au J.O N° 35 du 27 mai 1998, des produits de qualité microbiologique satisfaisante.

# *Conclusion*

## ***Conclusion***

---

L'objectif de cette étude est de réaliser un suivi de la qualité des fromages fondus portions «FFR » et « FFHO» produits par SARL RAMDY stockés durant 98 jours à 6° C. De ce fait, notre travail s'est articulé autour de deux axes de recherche :

- Le premier concerne la technologie du fromage et plus particulièrement le fromage fondu qu'est un produit alimentaire de seconde transformation, obtenu après mélange et cuisson de fromages, additionné éventuellement d'autres ingrédients laitiers.
- En la seconde phase, nous nous sommes intéressés à l'activité du laboratoire de contrôle de qualité des produits «FFR » et « FFHO» en réalisant des analyses microbiologiques (recherche de certains germes tels que : Les coliformes totaux et fécaux; *Staphylococcus aureus* et *Clostridium* sulfito-réducteur) et physico-chimiques (en évaluant le pH, EST, le taux d'humidité ainsi que la MG) de ces deux fromages.

Les résultats de l'analyse physico-chimique ont montré que les fromages suivis sont conformes à la norme exigée par l'entreprise et à la norme AFNOR (1986).

Du point de vu microbiologique, les deux fromages sont de qualité microbiologique satisfaisante avec une absence totale des germes recherchés et ceci conformément à l'arrêté interministériel du 24/01/1998 correspondant au J.O N° 35 du 27 mai 1998.

En conclusion, les fromages étudiés sont de très bonne qualité, à la hauteur et qui répondent aux exigences des consommateurs. Ceci résulte du respect des règles d'hygiène et des paramètres technologiques de fabrication, de la compétence du personnel de l'atelier fromage.

Cette présente étude n'a pas exploré toutes les propriétés des fromages fondus étudiés. Il serait intéressant de la compléter par :

- Une étude de l'activité anti-oxydante et la mesure de la biodisponibilité des molécules bioactives de ces fromages;

## *Conclusion*

---

- D'autres analyses complémentaires (microbiologiques étendues à d'autres flores et physico-chimiques) ;
- Une analyse sensorielle.

En termes de perspective, l'application réelle de l'HACCP, au niveau de l'atelier de fabrication du fromage constituera un véritable plan de maîtrise sanitaire largement reconnue comme un outil efficace de management de la sécurité des denrées alimentaires.

***REFERENCES***  
***BIBLIOGRAPHIQUES***

## Références bibliographiques

---

### A

**Alais C., Linden G. et Miclo L. (2008).** Biochimie alimentaire. 6<sup>ème</sup> Ed. Dunod. Paris.170p.

**Angerosa F., Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposito S. et Montedoro G.F. (2004).** Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *Journal of chromatography A* **1054** (1-2): 17-31.

### B

**Beerens H. et Luquet F.M. (1987).** Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et des produits laitiers. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 144 p.

**Bennett R.J. et Johnston K.A. (2004).** General Aspects of Cheese Technology. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* **2**: 23-50.

**Beresford T.P., Fitzsimons N.A., Brennan N.L. et Cogan, T.M. (2001).** Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal* **11**(4-7): 259-274.

**Berger W., Klostermeyer H., Merkenich K. et Uhlmann G. (1993).** Processed cheese manufacture-A. *JOHA Guide*.93p.

**Boutonnier J.L. (2000).** Fabrication du fromage fondu. *Techniques de l'ingénieur* F6310: 1- 14.

**Benamara R.N. (2017).** Identification et caractérisation de spores de *Bacillus cereus* isolées de fromages fondus fabriqués en Algérie. Thèse de Doctorat en Microbiologie. Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen.64 p.

### C

**Cardinal P., Barthe C., Daigle P., Desroches F.P., Veillette L. (2003).** Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, Comité provincial sur l'uniformisation et l'interprétation des critères microbiologiques des aliments. Québec, Canada. 44 p

**Caron A., ST-Gelais D. et Pouliot Y. (1997).** Coagulation of milk enriched with ultrafiltered or diafiltered, microfiltered milkretentate powders. *International Dairy journal* **7** (6-7): 445-451.

**Commission Codex Alimentarius (C.C.A.) (2004).** Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires comité du codex sur le lait et les produits laitiers. Sixième Session, Auckland Nouvelle-Zélande. Avant-projet de norme pour le fromage fondu observations à l'étape 3, 3 p.

## ***Références bibliographiques***

---

**Chambre M. et Daurelles J. (1997).** Le fromage fondu. In: Eck A. et Gillis J.C. Le fromage. Ed. Tec et doc, Lavoisier. pp. 691-708.

**Champagne C.P., Soullignac L., Marcotte M. et Innocent J.P. (2003).** Texture et évolution du pH de fromages de type Brie entreposés en atmosphère contrôlée. *Le Lait* **83** :145-151.

**Christensen J., Povlsen V.T. et Sorensen J. (2003).** Application of fluorescence spectroscopy and chemometrics in the evaluation of processed cheese during storage. *Journal of Dairy Science* **86**:1101–1107.

**Claude J.M., Michel P. et Jacques R. (2002).** Lait de consommation. In : Vignola CL. Science et technologie du lait. Presses Internationales Polytechnique, Québec, Canada. pp. 277-321.

**Conseil Oléicole International (C.O.I.) (2013).** Classification des huiles d'olive. Normes internationales applicables à l'huile d'olive et à l'huile de grignon d'olive.

### ***D***

**Département Fédéral de l'Intérieur (D.F.I) (2009).** Ordonnance sur les denrées alimentaires d'origine animale. Suisse. 48 p.

### ***E***

**Eck A et Gillis JC. (1997).** Le fromage. 3<sup>ème</sup> Ed. Lavoisier. Paris. 874 p.

**Eck A. et Gillis J.C. (2006).** Le fromage. 3<sup>ème</sup> Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 891 p.

**Ercolini D., Russo F., Nasi A., Ferranti P. et Villani F. (2009).** Mesophilic and psychrotrophic bacteria from meat and their spoilage potential in vitro and in beef. *Applied and Environmental Microbiology* **26**: 228–231.

### ***F***

**Food and Agriculture Organization (F.A.O) (1996).** Codex Alimentarius N°A-6-1978. Code de principes concernant le lait et les produits laitiers. Rome, 258 p.

**Fox P.F. et McSweeney P.L.H. (1998).** Dairy Chemistry and Biochemistry. Ed. Thomson Science. Germany. 396 p.

**G**

**Gelais-St.D., Tirard-C.P., Belonger G., Couture R. et Drapeau R. (2002).** Fromage. In : Vignola CL. Sciences et technologies du lait, transformation de lait. Presses Internationales, polytechniques, Québec, pp. 349-412.

**Goudédranche H., Camier-C.B., Gassi J.Y. et Schuck P. (2001).** Procédés de transformation fromagère (partie1).Technique de l'ingénieur. Paris, France.17 p.

**Goudédranche H., Camier-C.B., Gassi J.Y. et Schuck P. (2008).** Procédés de transformation fromagère. *Techniques de l'ingénieur*. Traité agroalimentaire, France.6 p.

**J**

**JORA n°35. (1998).** Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. p 7.

**Hauerlandová I., Lorencová E., Bunka F., Navrátil J., Janecková K. et Bunková L. (2014).**The influence of fat and monoacylglycerols on growth of spore-forming bacteria in processed cheese. *Journal of Food Microbiology* **182–183**: 37-43.

**K**

**Kapoor R. et Metzger L.E. (2008).** Process cheese: Scientific and technological aspects—A review. *Comprehensive Reviews. Food Science and Food Safety* **7**: 194-214.

**Kumar R. (2012).** An investigation into improvement of low fat cheddar cheese by the addition of hydrocolloids. Master en Sciences. University of Minnesota, Etats Unis. 142 p.

**L**

**Larpent J.P. (1990).** Lait et produits laitiers non fermentés in Microbiologie alimentaire. Bourgeois C.M., Mescle J.F.et Zucca J. Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. pp 201-215.

**Luquet F.M. (1990).** Lait et produits laitiers, vache brebis, chèvre : Transformation et technologie, Ed Tec et Doc. Lavoisier, Paris. Tome 2 ,637 p.

**M**

**Mahaut M., Jeantet R. et Brulé G. (2000).** Initiation à la technologie fromagère. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris.194 p.

**Mansour A. et Alais C. (1973).** Etude du salage et de l'affinage du fromage en saumure. III.- Aspect bacteriologique. *Le Lait* **53** :137-145.

## Références bibliographiques

---

**McMahon D.J., Fife R.L. et Oberg C.J. (1999).** Water partitioning in Mozzarella cheese and its relationship to cheese meltability. *Journal of Dairy Science* **82** (7): 1361–1369.

**McSweeney P.L. (2007).** Cheese problems solved. 1<sup>ère</sup> Ed. Elsevier. Woodhead Publishing, United States of America. 424 p.

**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, 245 p.

**Montel M.C., Béranger C. et Bonnemaire J. (2005).** Les fermentations au service des produits de terroir. Ed. INRA Quae. 312 p.

**Moulin A. (1939).** L'utilisation économique du froid artificiel dans la conservation et l'amélioration des fromages à pâte persillée. *Le Lait* **19** : 924-926.

### O

**Ollivier D., Boubault E., Pinatel C., Souillol S., Guère M. et Artaud J. (2004).** Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges. *Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique* (2<sup>ème</sup> Semestre) **965**: 169-196.

### P

**Pradal M. (2012).** La transformation fromagère caprine fermière. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. Paris. 153 p.

### R

**Randazzo CL., Caggia C. et Neviani C.L.E. (2009).** Application of molecular approaches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. *Microbiol Methods* **78** :1–9.

**Richonnet C. (2016).** Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. Cahiers de nutrition et de diététique. *Cah Nutr Diet.* **51** (1) : 48-56.

**Robert J.C. (1972).** Dictionnaire des fromages. Ed. Larousse. Paris. 255p.

**Robert J.C. (1972).** Collection Les dictionnaires de l'homme du XX<sup>e</sup> siècle. Ed. Larousse, Paris. [Verifier le titre et la page](#)

**Romero C., Medina E., Vargas J., Brenes M et De Castro A. (2007).** In vitro activity of olive polyphenols against *Helicobacter pilory*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **55** : 680-686.

**Roussel S. (2014).** Fromage fondu : physico-chimie du processus de fonte. *Techniques de l'ingénieur* f6310: **2**: 1-15.

### S

## ***Références bibliographiques***

---

**Sabry Z. et Guerrant N. (1958).** Vitamin content of pickled cheeses as influenced by production and ripening. *Journal of Dairy Science* **41**:925-930.

**Servili M., Selvaggini R., Esposito., Taticchi A., Montedoro G. et Morozzi G. (2004).** Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols Agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *Journal of Chromatography A*.**154**:113-127.

**Stark A.H. et Madar P.Z. (2002).** Olive Oil as a Functional Food: Epidemiology and Nutritional Approaches. *Nutrition Reviews* **60**: 170-176.

### **V**

**Vassal L., Monnet Véronique., Le Bars D., Roux Colette. et Gripon J.C. (1986).** Relation entre le pH, la composition chimique et la texture des fromages de type Camembert. *Le Lait* **66** (4) : 341-351.

**Veisseyre R. (1979).** Technologie du lait. Constitution récolte traitement et transformation 3<sup>ème</sup> édition La Maison Rustique. Paris .714 p.

**Vignola C.L. (2002).** Science et technologie du lait. Transformation du lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada, 250 p.

### **W**

**Walther B., Schmid A., Sieber R. et Wehrmuller K. (2008).** Cheese in nutrition and health. *Review.Dairy Sci Technol.* **88**: 389-405.

### **Y**

**Yabrir, B. (2014).** Etude de la qualité du lait de brebis collecté dans la région de Djelfa: effet des facteurs de production sur ses caractéristiques, évolution au cours de l'entreposage réfrigéré, aptitudes technologiques. Thèse de Doctorat en Biochimie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 105 p.

### **Z**

**Zhang D. et Mahoney A.W. (1991).** Iron fortification of process Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* **74**:353–358.

# *Annexes*

Annexe 01

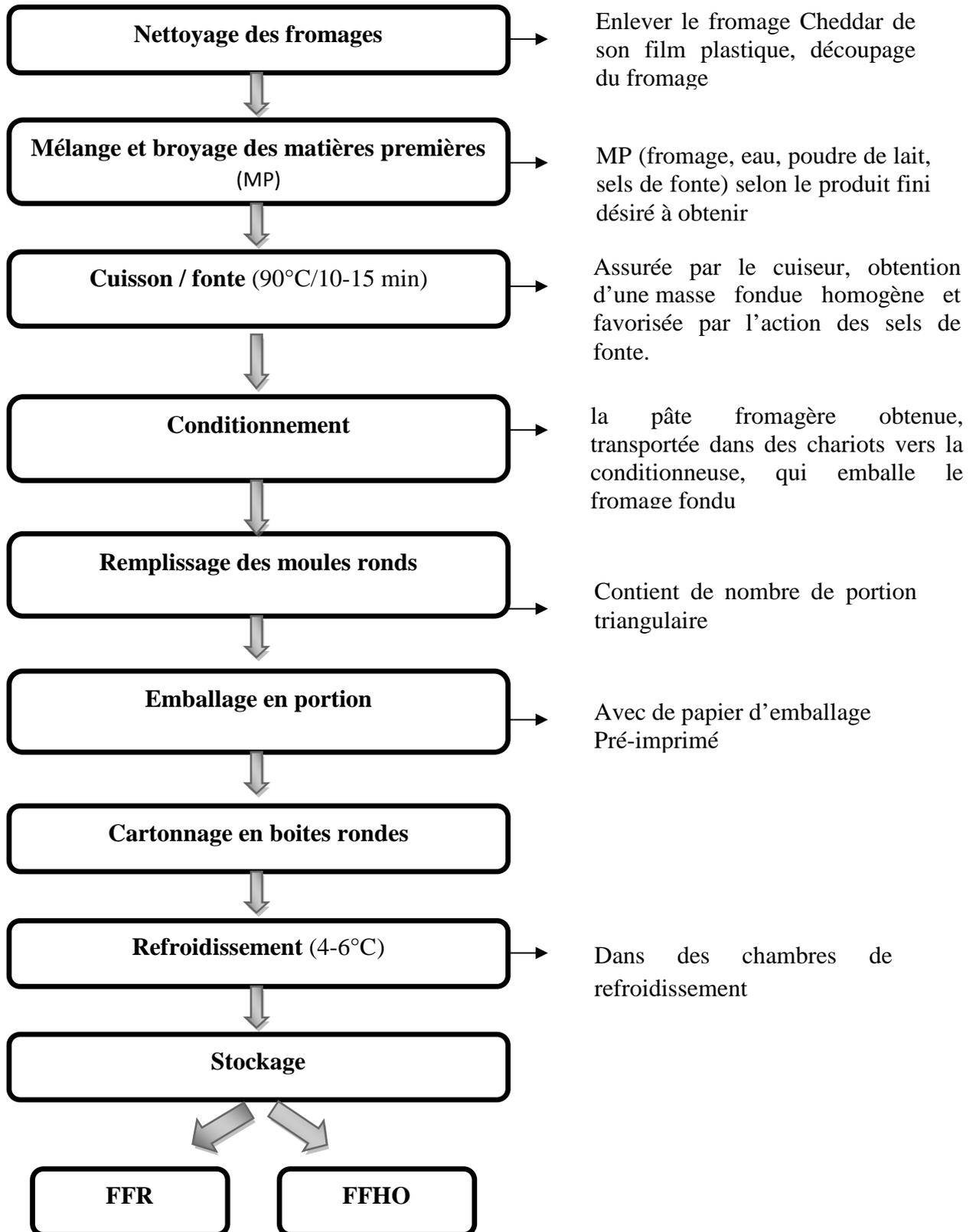


Figure 1 : Diagramme de fabrication du fromage fondu « FFR et FFHO » selon la laiterie RAMDY

**Annexe 02 : Composition de la solution de Ringer et des milieux de culture utilisés (g/L)**

➤ **Solution de Ringer au ¼**

Composant	Quantité
Chlorure de sodium	2,25
Chlorure de potassium	0,115
Chlorure de potassium di hydraté	0,06
Hydrogénocarbonate de sodium	0,05

➤ **Gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)**

Composant	Quantité
Peptone	7
Extrait de levure	3
Lactose	10
Chlorure de sodium	5
Sels biliaires	1,5
Rouge neutre	0,03
Crystal violet	0,002
Agar	15

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,4 ± 0,2

➤ **Gélose Baird-Parker**

Composant	Quantité
Tryptone	10
Extrait de viande de bœuf	5
Extrait de levure	1
Pyruvate de sodium	10
Glycine	12
Chlorure de lithium	5
Tellurite de potassium	0.1
Agar	20
Emulsion de jaune d'œuf	50 ml

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 6,8 ± 0,2

➤ **Gélose VF (viande-foie)**

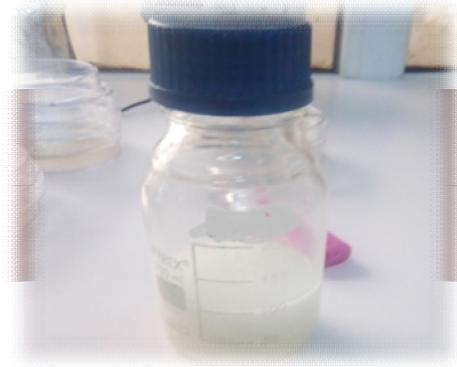
Composant	Quantité
Citrate d'ammonium ferrique	0,5
Sulfite de sodium	1,2
Base de foie de viande	20
Dextrose	0,75
Amidon	0,75
Agar	11

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7,6 ± 0,2

Annexe 03 : Les analyses microbiologiques réalisées

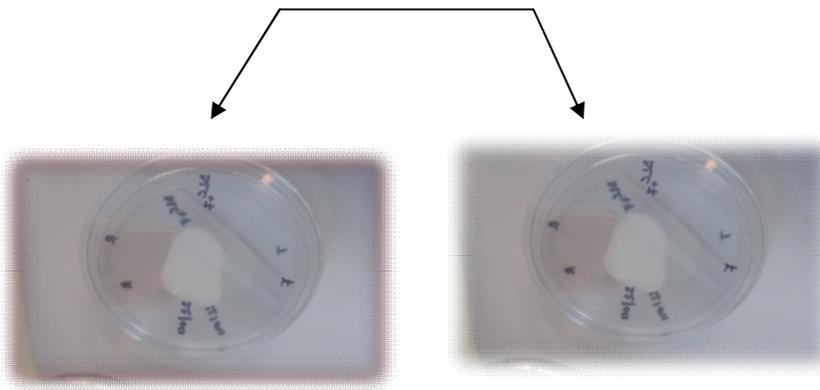


Figure 02 : Photographie illustrant la préparation de la solution- mère



Solution- mère

1ml



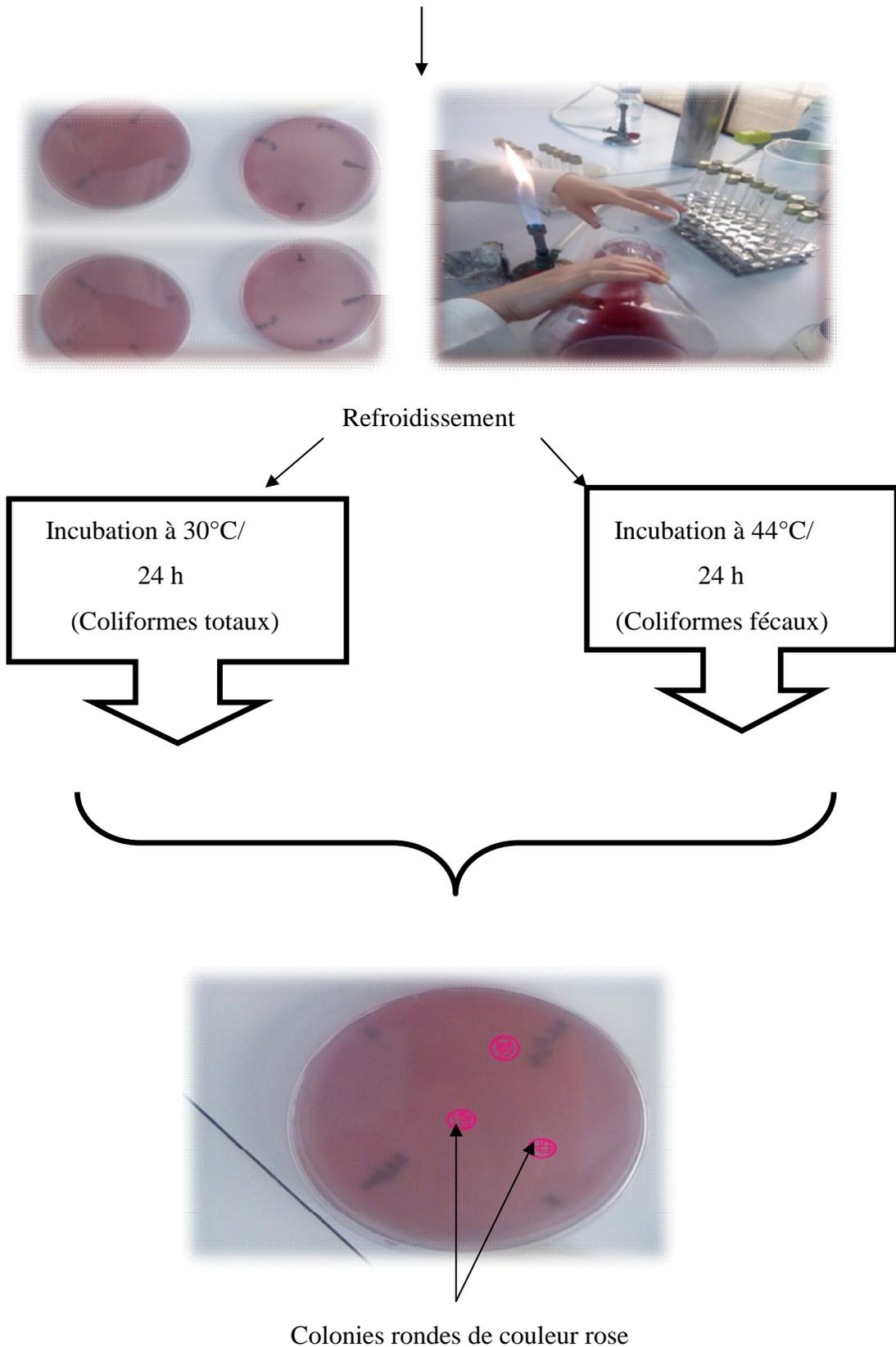
Ajout de VRBL

Homogénéisation



Solidification

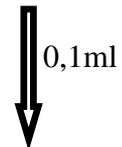
Ajout de VRBL



**Figure 03** : Protocole de la recherche des coliformes totaux et fécaux



Solution- mère

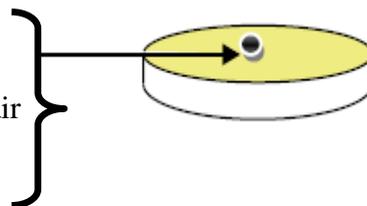


Etalement sur la  
gélose de Baird Parker



Incubation à 37°C pendant 48 h

Colonie noire brillante  
Convexe et entourée d'un anneau clair

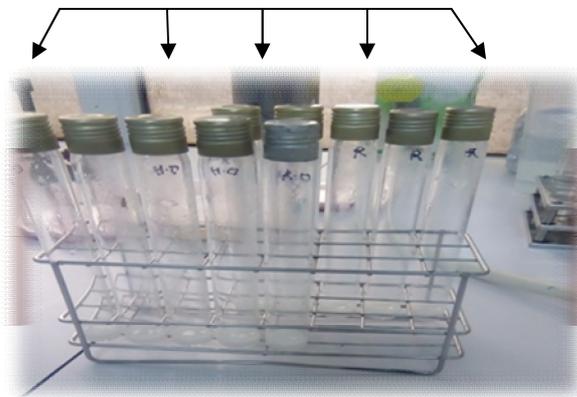


**Figure 04** : Protocole de la recherche de *Staphylococcus aureus*

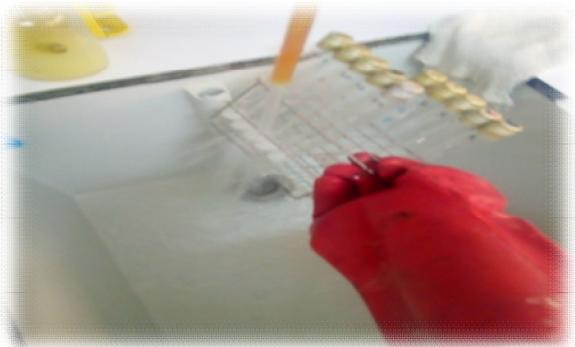


Solution- mère

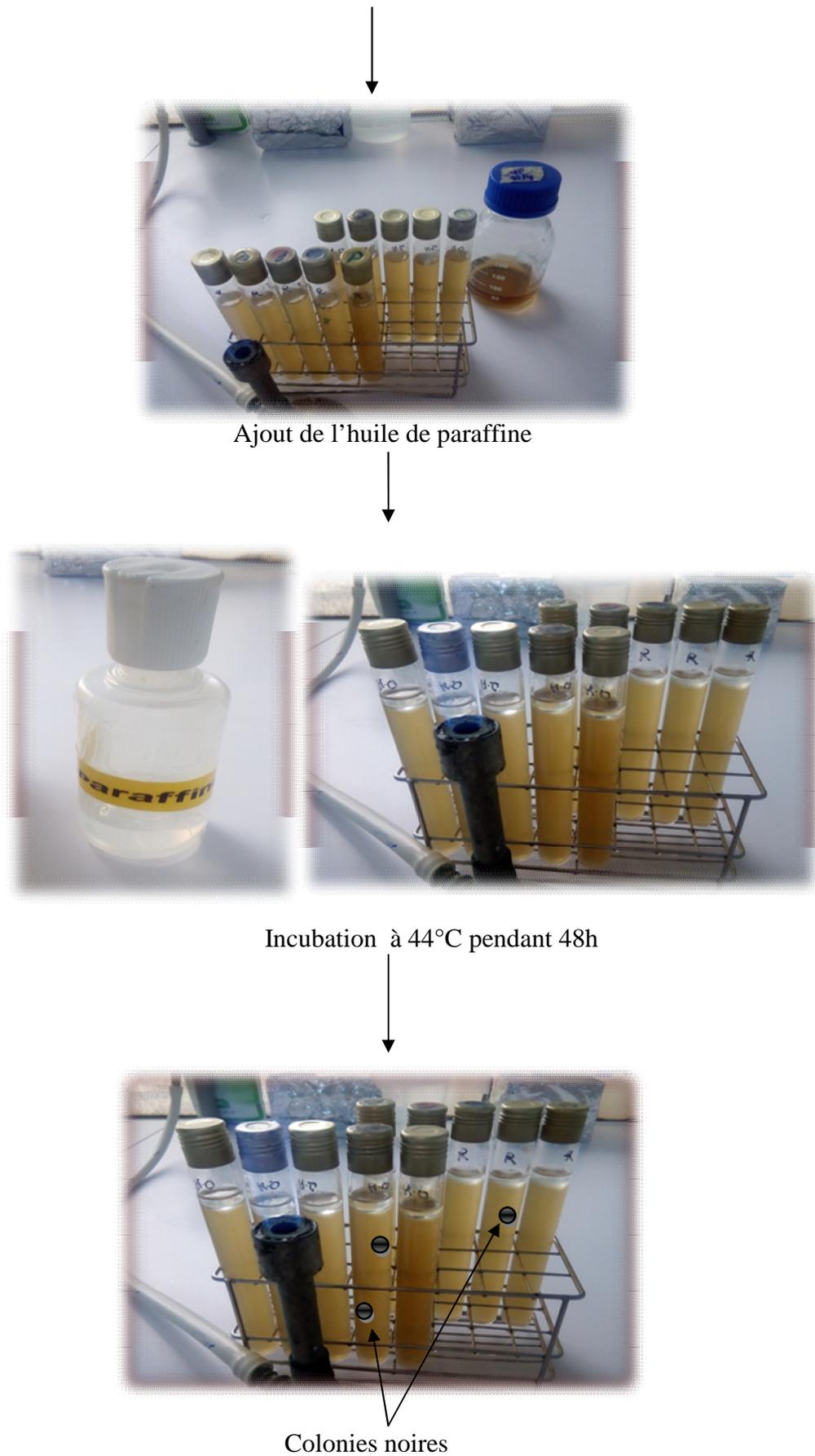
1ml dans chaque tube



Traitement thermique 80°C pendant  
10 min puis refroidissement rapide



Ajout de 15 ml de gélose viande- foie



**Figure 05** : Protocole de la recherche des *Clostridium* sulfite-réducteurs (CSR)

## Annexe 04: Les résultats des analyses physico-chimiques

**Tableau I.** Les résultats détaillés des analyses physico-chimiques des deux fromages (FFR et FFHO).

<b>pH</b>					
<b>FFR</b>	J <sub>0</sub>	5,92	<b>FFHO</b>	J <sub>0</sub>	5,84
	J <sub>0+1</sub>	5,92		J <sub>0+1</sub>	5,84
	J <sub>0+7</sub>	5,84		J <sub>0+7</sub>	5,80
	J <sub>0+14</sub>	5,72		J <sub>0+14</sub>	5,80
	J <sub>0+21</sub>	5,72		J <sub>0+21</sub>	5,77
	J <sub>0+28</sub>	5,67		J <sub>0+28</sub>	5,74
	J <sub>0+35</sub>	5,67		J <sub>0+35</sub>	5,77
	J <sub>0+42</sub>	5,67		J <sub>0+42</sub>	5,73
	J <sub>0+49</sub>	5,58		J <sub>0+49</sub>	5,62
	J <sub>0+56</sub>	5,67		J <sub>0+56</sub>	5,74
	J <sub>0+63</sub>	5,64		J <sub>0+63</sub>	5,71
	J <sub>0+70</sub>	5,67		J <sub>0+70</sub>	5,77
	J <sub>0+77</sub>	5,70		J <sub>0+77</sub>	5,74
	J <sub>0+84</sub>	5,69		J <sub>0+84</sub>	5,74
	DLC	5,67		DLC	5,72
J <sub>0+98</sub>	5,67	J <sub>0+98</sub>	5,73		
<b>EST %</b>					
<b>FFR</b>	J <sub>0</sub>	47,42	<b>FFHO</b>	J <sub>0</sub>	44,07
	J <sub>0+49</sub>	49,60		J <sub>0+49</sub>	45,93
	J <sub>0+98</sub>	48,66		J <sub>0+98</sub>	45,17
<b>H%</b>					
<b>FFR</b>	J <sub>0</sub>	52,58	<b>FFHO</b>	J <sub>0</sub>	55,93
	J <sub>0+49</sub>	50,40		J <sub>0+49</sub>	54,07
	J <sub>0+98</sub>	51,34		J <sub>0+98</sub>	54,83
<b>MG%</b>					
<b>FFR</b>	J <sub>0</sub>	25	<b>FFHO</b>	J <sub>0</sub>	20
	J <sub>0+49</sub>	26		J <sub>0+49</sub>	19
	J <sub>0+98</sub>	23		J <sub>0+98</sub>	19,5

## Résumé

Le fromage fondu est un aliment énergétique riche en protéines et en minéraux. Cet aliment, hautement digestible, joue un rôle très important dans l'alimentation de tous les groupes d'âge.

Le principal but de la présente étude est d'effectuer un suivi de la qualité physico-chimique (pH, EST, MG, G/S et l'humidité) et microbiologique (recherche des coliformes totaux et fécaux, de *Staphylococcus aureus* et *Clostridium* sulfito-réducteur) de deux fromages fondus pasteurisés produits par l'unité laitière et fromagère RAMDY (FFR et FFHO), durant 98 jours de stockage à 6°C.

Les résultats des analyses effectuées ont révélé que les deux fromages fondus FFR et FFHO répondent aux normes prédéfinies, c'est-à-dire les FFR et FFHO sont de bonne qualité microbiologique et physico-chimique.

**Mots-clefs :** Fromage Fondu, Qualité, Physico-chimique, Microbiologie.

## Abstract

Processed cheese is an energy food rich in proteins and minerals. This, highly digestible food, plays a very important role in feeding all age groups.

The main aim of the present study is to monitor the physicochemical (pH, TSE, MG, G/S and moisture) and microbiological (total coliform and faecal coliform, *Staphylococcus aureus* and *Clostridium* sulfito-reducer) of two pasteurized processed cheeses produced by the RAMDY dairy and cheese unit (FFR and FFHO), during 98 days of storage at 6 ° C.

The results of the analyzes carried out revealed that the two FFR and FFHO processed cheeses meet the predefined standards, that is to say the FFR and FFHO are of good microbiological and physicochemical quality.

**Key words:** Melted cheese, Quality, Physico-chemical, Microbiology.