

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITEABOU-BEKRBELKAID-TLEMCEN**



**Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie Et Des Sciences De La Terre**  
**Mémoire De Fin D'étude En Vue de L'obtention Du Diplôme De Master**  
**En Domaine : Sciences De La Nature Et De La Vie**  
**Filière : sciences alimentaires**  
**Spécialité: *Agro-alimentaire et contrôle de qualité***

**Étude des qualités physico-chimiques et  
microbiologiques d'une spécialité fromagère**

**Présenté par : MOUFFOK Radja**

**Le 29 juin 2022 devant le jury composé de**

Président	Mme.MEZIANE	MCA	Université de Tlemcen
Encadrant	Mr BENYOUB.N	MCB	Université de Tlemcen
Examinatrice	Melle GHANMI F.Z	MCA	Université de Tlemcen

**Année universitaire: 2021- 2022**

## *Remerciement*

Au terme de ce travail, je remercie avant tout, le bon dieu de m'avoir guidé tout au long de ma vie.

Mes sincères remerciements s'adressent à mon encadreur **Mr. BENYOUB Nour Eddine** pour sa grande disponibilité, son écoute et son suivi tout au long de ce travail. Ainsi que pour sa patience et sa compréhension des situations diverses et variées tout au long de l'élaboration de ce travail.

Je tiens à remercier également les membres du jury pour nos avoir faisons l'honneur de juger ce travail.

Enfin, je tiens à remercier l'ensemble des enseignants (tes) qui ont contribué à notre formation et aussi à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de mon travail.

# Dédicace

Je remercie le bon dieu de m'avoir donné le courage pour réaliser ce travail et la patience pour aller jusqu'au bout du parcours de mes études.

Je dédie du plus profond de mon Cœur ce manuscrit:

A mes chers parents : qui n'ont jamais cessé de m'encourager et me conseiller, ils m'ont beaucoup aidé tout en long de mon chemin, grâce à leur amour, leur dévouement et leur compréhension.

Un grand merci à mon frère **Sid ahmade** et mes sœurs **Asma, Sabah, Amina** et **Kawttar**: pour leur appui et leur encouragement.

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

A tous mes enseignants, je leur exprime ma profonde gratitude.

A mes amis **Fatima Zahra** et **Meriem** pour le soutien qu'ils m'ont toujours apporté, je n'oublierai jamais leur encouragement.

A toute la promotion de contrôle de qualité: pour leur compagnie et bons moments passés ensemble



# Table des matières

Introduction .....	1
--------------------	---

## **PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **Chapitre I : Le fromage fondu**

I.1. historique .....	3
I.2. Définition.....	4
I.3. Les différents types de fromage fondu.....	4
I.4. composition et valeur énergétique du fromage fondu.....	5
I.5. Propriétés organoleptique du fromage fondu.....	6
I.6. Technologie de fabrication du fromage fondu.....	7

### **Chapitre II : Spécialité fromagère**

II.1. Définition .....	13
II.2. Aperçu historique économique .....	13
II.3. Classification.....	14
II.4. Valeur nutritionnelle .....	15
II.5. Matières premières de la technologie de la spécialité fromagère.....	16

## **PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE**

### **CHAPITRE III : ANALYSE DES MÉMOIRES MATERIEL ET METHODES**

III .1. Matériel .....	20
III .1.1 fabrications de spécialité fromagère .....	20
III .1.2. Fabrication de Fromage fondu .....	22
III .1.3. Sélection des matières premières et contrôle de qualité .....	24
La poudre du lait .....	24
Le beurre .....	24
Le cheddar .....	24
Les sels de fonte .....	24
L' amidon .....	24
III .2. Méthodes .....	25
III .2.1. Les méthodes de prélèvements physico-chimiques et bactériologiques de la matière première.....	25
La poudre du lait .....	25
Le beurre .....	25
Le cheddar .....	25
L'eau .....	25
Produit fini (fromage fondu) .....	26

Méthodes d'analyses physico-chimiques .....	26
III .2.2.La poudre du lait.....	26
Détermination du pH.....	26
L'acidité titrable .....	26
La teneur en eau .....	27
La teneur en matière grasse.....	27
III .2.3.Le cheddar .....	28
Détermination du pH.....	28
Détermination de l'extrait sec total .....	28
Détermination de la matière grasse .....	29
Détermination de la teneur en azote total.....	29
III .2.4.Le beurre .....	30
Détermination du pH.....	30
Dosage de l'acidité grasse exprimée en acide oléique .....	31
Détermination de la teneur en eau.....	31
Détermination de la teneur du non gras.....	32
Détermination de la teneur en matière grasse.....	32
III .2.5.Eau de procès .....	32
Détermination du titre alcalimétrique (TA).....	32
Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) .....	33
Détermination du pH.....	33
III .2.6.Le produit fini.....	33
Détermination du pH.....	33
Détermination de l'extrait sec total .....	33
Détermination des sucres totaux par la méthode Dubois .....	33
Détermination de la matière grasse .....	35
Détermination de la teneur en azote total.....	36
III .2.7.Méthodes d'analyses microbiologiques.....	36
Echantillonnage.....	36
Préparation des solutions mères et des dilutions décimales .....	36
Recherche et dénombrement de Staphylococcus aureus.....	37
Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs .....	38
Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	39
Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux .....	39

Recherche et dénombrement des germes totaux .....	40
Recherche des levures et moisissures.....	41
Analyse sensorielle.....	42

## **CHAPITRE IV : RESULTAT ET DISSCUSSION DES MÉMOIRES**

1. Analyses physico-chimiques.....	43
1.1.Matières premières.....	43
Poudre de lait, beurre, cheddar .....	43
1.2.Eau de procès .....	44
1.3.Produits finis .....	46
2.Analyses microbiologiques.....	47
2.1.Matières premières.....	47
Le cheddar.....	47
Poudre de lait .....	48
Beurre.....	49
2.2.Eau de procès .....	50
2.3.Produits finis .....	51
3.Valeur nutritionnelles .....	58
4.Etude économique .....	59
Conclusion.....	61
Reference bibliographique	
Les annexes	

# Liste des tableaux

## **CHAPITRE I : Fromage fondu**

Tableau .1.Composition du fromage fondu .....	8
---	---

## **CHPITRE II : Spécialité fromagère**

Tableau.1.Classification des fromages fondus page.....	16
Tableau I.2.composition du fromage fondu .....	18

## **CHAPITRE III : Matériel et méthodes**

Tableau 1. Composition de spécialité fromagère... ..	23
Tableau .2. Composition de fromage fondu .....	24
Tableau .3.Tableau de la gamme étalon des sucres totaux .....	37

## **CHAPITRE VI : Résultats et discussions**

Tableau .1. Analyses physico-chimiques des matières premières.....	45
Tableau .2. résultats des analyses physico-chimiques de l'eau utilisée.....	47
Tableau .3. analyses physico-chimiques des deux types de Fromages.....	48
Tableau .4. Résultats d'analyses microbiologiques du cheddar .....	50
Tableau .5. Résultats d'analyses microbiologiques de la poudre de lait à 26 % de M.G .....	51
Tableau .6. Résultats d'analyses microbiologiques de beurre .....	51
Tableau .7. résultats des analyses microbiologiques de l'eau de procès .....	52
Tableau .8. Résultats d'analyses microbiologiques des deux types de fromages .....	53
Tableau .9. évolution du pH lors de la conservation des fromages à 4°C .....	54
Tableau .10. évolution de l'extrait sec total et l'humidité pendant le stockage à 4°C.....	55
Tableau .11. Evolution de la matière grasse et du gras/ sec pendant la conservation .....	56
Tableau .12.évolution des protéines et des sucres totaux durant le stockage à 4°C .....	56
Tableau .13.évolution bactériologiques de fromage lors de la conservation à 4°C.....	58
Tableau .14. Résultats d'analyses organoleptique.....	58
Tableau .15. résultats de la dégustation des deux fromages .....	59
Tableau .15.Valeur nutritionnelle du produit finis... ..	60
Tableau .16. Les prix unitaires des ingrédients d'un fromage (Fromagerie Berbère, 2016.) .....	61
Tableau .17.le prix de revient de fromage fondu et spécialité fromagère non conditionné.....	62

# Liste des figures

## Chapitre III

<b>Figure 1</b> : Diagramme de fabrication de fromage page.....	25
---	----

## Chapitre IV

<b>Figure 1</b> : cercle par rapport de pourcentage d'acceptation .....	59
<b>Figure2</b> : Dénombrements des Germes totaux .....	63
<b>Figure 3</b> : Dénombrements des coliformes totaux.....	63
<b>Figure4</b> : Dénombrements des coliformes fécaux .....	63
<b>Figure5</b> : Dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> .....	64
<b>Figure6</b> : Dénombrement des <b>Clostridium sulfito-réducteur</b> .....	64
<b>Figure7</b> : Dénombrement des <b>Levures et moisissures</b> .....	64
<b>Figure 8</b> : Dénombrement des germes totaux.....	65
<b>Figure 9</b> : Dénombrements des levures et moisissures.....	65

# Liste des abréviations

**AFNOR** Association française de normalisation  
**BLMT** Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocésol  
**BCPL** Bouillon Lactosé Mannitol Tamponné  
**BP** Baird Parker  
**CRS** Clostridium Sulfito Reducteur  
**D O** Densité Optique  
**D°** Degré dormic  
**EST** l'extrait sec total  
**E 331** Citrate de sodium  
**E 339** Phosphate de sodium  
**E 450** Diphosphate  
**E 452** Phosphate de calcium Polyphosphate  
**E1422** adipate de di-amidon acétylé  
**FAO** Food and Agriculture Organization  
**Gram-** Gram negative  
**Gram +** Gram positive  
**G/S** : gras/ sec  
**H** : Humidité  
**Hcl** chlorure d'hydrogène  
**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'Hydrogène  
**MG** : la teneur en matière grasse  
**MGV** : Matière Grasse Végétale  
**NG** : Non gras  
**N** Normalité  
**NaOH** Hydroxyde de Sodium  
**NPP** : Nombre le Plus Probable  
**OGA** Gélose Glucosé à l'Oxytétracycline  
**OMS** Organisation Mondiale de Santé  
**PH** Potentielle d'Hydrogène  
**PCA** Plate Count  
Agar  
**SM** : Solution Mère (SM).  
**TA** : Titre Alcalimétrique  
**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet  
**TSE** : Tryptone Sel Eau  
**VF** Viande-Foie  
**UFC** Unité Formant Colonie

## Résumé

le fromage fondu, il constitue l'un des fromages les plus consommés en Algérie surtout au cours de ces dernières années, et nous avons proposés d'effectuer une étude comparative entre une spécialité fromagère et un fromage fondu et présenté des analyses physico-chimique et microbiologique de ce fromage, ainsi que des matières premières qui le constituent et faire une étude sur la stabilité du produit fini.

Malheureusement ce travail n'a pas pu se réaliser jusqu'au bout, vu la pandémie et pour fait ce travail nous avons analysé deux mémoires qui parlent de fromage fondu et spécialité fromagère réalisés au niveau deux industries : la fromagerie le berbère, et l'industrie du groupe Goumidi « Bravo cheese ». Il s'agit d'une étude comparative, microbiologique et physico-chimique de fromages fondu et de spécialité fromagère.

Les deux produits sont à la base passés par les mêmes conditions de fabrication et en utilisant les mêmes matières premières ,sauf on additionne l'amidon ( E1422) pour la spécialité fromagère qu'a un rôle sur la diversification de la texture .Par le bilan des résultats obtenus à propos de la qualité physico-chimique et microbiologique des deux fromages analysés ,révélant une bonne stabilité physicochimique avec une qualité microbiologique satisfaisante grâce à l'efficacité du mode de conservation et les bases thermodynamiques des procédés mis en œuvre ,ainsi que la maîtrise des caractéristique organoleptique qu'est en adéquation avec les multiples exigences du marché Agroalimentaire .

**Mots clés :** Fromage , Matières premières , Amidon , Analyses physicochimiques et microbiologiques ,Texture.

## **Abstract**

Processed cheese is one of the most consumed types of cheese in Algeria, especially in recent years, and we have suggested conducting a comparative study between the specialty of cheese and processed cheese and we have presented physical, chemical and microbiological analyzes of this cheese in addition to the raw materials it consists and a study on the stability of the final product.

Unfortunately, this work cannot be carried out to the end due to the epidemic, and to do this work we analyzed memories that speak of processed cheese and cheeses that are carried out at the level of two industries: Berber cheese dairy and industry from the Goumidi group (Bravo cheese) which is a comparative study, microbiological and physicochemical of cheese Cooked and specialty cheese.

The two products basically went through the same manufacturing conditions and using the same raw materials, except we add starch (E1422) for the cheese product that has a role in the diversification of the texture .The results obtained about the physical, chemical and microbiological quality of two cheeses analyzed, revealed a good physicochemical stability with satisfying microbiological quality due to the effective method of preservation and thermodynamic bases of the processes implemented and the proficiency of organoleptic characteristic that are fitting with the multiple requirements of the Food market .

**Key words:** Cheese, Raw materials, Starch, Analyses Physicochemical and microbiological, Texture

## ملخص

الجبن *الذائب* هو من أكثر أنواع الجبن استهلاكاً في الجزائر ، خاصة في السنوات الأخيرة ، وقد اقترحنا إجراء دراسة مقارنة بين تخصص الجبن والجبن المطبوخ و قدمنا تحليلات فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية لهذا الجبن بالإضافة إلى المواد الخام التي تتكون منها وإجراء دراسة عن ثبات المنتج النهائي.

لسوء الحظ ، لا يمكن تنفيذ هذا العمل حتى النهاية نظراً للوباء ، وللقيام بهذا العمل قمنا بتحليل ذكريات نتحدث عن الجبن المطبوخ والأجبان التي يتم تنفيذها على مستوى صناعيتين: ألبان الجبن البربر والصناعة من مجموعة (Goumidi جبن برافو) وهي دراسة مقارنة ، ميكروبيولوجية وفيزيائية كيميائية للجبن *الذائب* و *التخصص الجبني*

سمح لنا هذا العمل بدراسة نوعين من الأجبان بالمقارنة ، الجبن *الذائب* و التخصص *الجبني*. والمنتجين في الأساس مروا بنفس شروط الصنع و باستعمال نفس المواد الأولية الخامة الا ان نضيف النشاء الى الجبن التخصصي وهذا يلعب دورا في تعدد النوعيات من حيث الملمس، وقد عملت النتائج المحصل. عليها بواسطة النتائج الكيميائية و الميكروبيولوجية للجبنين على تأكيد جودة المنتجين وهذا دل على شيء فإنه يدل على الاستقرار الفيزيائي و وهذه النتيجة اليجابية تحققت بفضل جدية و فعالية طريقة الحفظ للجبنين مع القواعد . جودتها الميكروبيولوجية المرضية . الحرارية للعمليات المنفذة والتمكن من الخصائص الحسية التي تتماشى مع متطلبات سوق التغذية

**الكلمات المفتاحية:** الملمس , الكيميائية و الميكروبيولوجية , الاستقرار الفيزيائي , النشاء , المواد الأولية , الجبن

---

# ***Introduction***

---

## Introduction

---

Selon (**BEGUERIA C., 1999**), Le fromage fondu est issu de la seconde transformation du lait. Sa fabrication implique le mélange, le chauffage et la texturation de produits laitiers (fromage, beurre et poudre de lait) et non laitiers (agents émulsifiants et sel). Le produit obtenu, généralement tartinable, possède de une durée de conservation longue, souvent supérieure à 6 mois.

La réglementation relative à la protection des dénominations laitières prévoit qu'en cas d'utilisation d'ingrédients autres que laitiers, considérés comme produits de substitution de la matière première laitière, la dénomination du produit ne doit pas faire référence à une dénomination laitière (mais devenir une dénomination du type « spécialité alimentaire à base de ... »)

Aujourd'hui, l'industrie agro-alimentaire occupe une place importante mondialement. Le consommateur recherche des aliments sains, authentiques, de qualité constante et à un prix raisonnable.

La hausse des prix des fromages fondus est le résultat du coût élevé des matières premières d'origine laitière telles que les fromages, les caséines et les caséinates, le lactosérum et le beurre. Dans la littérature, des travaux de recherche comme ceux de **KIZILOZ *et al.* (2009)** ont fait l'objet de la substitution partielle ou intégrale de la matière grasse d'origine laitière par des matières grasses d'origine végétale, dont le but est de réduire les coûts de production.

Des performances économiques avec des formulations compétitives en terme ingrédients sont ajoutés au fromage (lait en poudre, caséines, matières grasses végétales, hydro colloïdes) (**BOUTONNIER, 2002**).

Le but de notre travail c'est de réaliser un contrôle physico-chimique et microbiologique des matières premières (cheddar, poudre de lait, beurre, amidon,..) rentrant dans la composition de cette spécialité fromagère ainsi qu'au produit fini et effectuer une étude comparative entre une spécialité fromagère et un fromage fondu détermination de l'impact de la substitution partielle des protéines laitières par l'amidon sur la viscosité et les propriétés d'écoulement ainsi que sur la texture du produit fini.

Malheureusement ce travail n'a pas pu se réaliser jusqu'au bout, vu la pandémie et pour fait ce travail nous avons analysé deux mémoires qui parlent de fromage fondu et spécialité fromagère

## Introduction

---

réaliser au niveau deux industries : la fromagerie le berbère, et l'industrie du groupe Goumidi « Bravo cheese ». Il s'agit d'une étude comparative, microbiologique et physico-chimique de fromages fondu et de spécialité fromagère.

Notre manuscrit est structuré en deux grandes parties, la première est consacrée à une synthèse bibliographique articulée autour de deux chapitres, lait et les produits laitier « fromage » ainsi que la spécialité fromagère. La seconde partie de notre manuscrit présente une comparaison entre deux produits le premier c'est un fromage fondu et le deuxième c'est une Spécialité fromagère dans le troisième chapitre. Les résultats obtenus et leurs interprétations au cours de cette étude, ainsi que d'une conclusion à l'ensemble de notre démarche.

# Chapitre

I

---

## *Le fromage fondu*

---

## I.1.Historique

C'est à la fin du **19<sup>ème</sup>** siècle que s'est développée la production industrielle du fromage, en Europe occidentale, en Amérique du nord et en Australie à partir de cette époque le fromage devient une source importante de protéine pour satisfaire les besoins alimentaires mondiaux.

Or à cette époque, l'exploration du fromage dans les pays chauds et éloignés des zones de production est difficilement possible du fait de la conservation insuffisante de ces produits. Dès l'année **1900**, des industriels allemands et hollandais résolvent en partie ce problème en enfermant du fromage à pâte demi dure et molle dans des boîtes soumises à un traitement de pasteurisation.

Malheureusement ce procédé ne peut pas être appliqué sur tous les types des fromages tels que ceux à pâte dure, car il provoque des ruptures de la structure du fromage, accompagné de l'exsudation de l'eau et de la matière grasse.

En **1911**, les fromages suisses **GERBER** et **STETTLER** trouvent une solution à cet immense problème avec l'invention du fromage fondu en utilisant du vin blanc pour faire fondre les fromages de fonte.

En **1917**, des américains utilisent une solution d'un mélange de citrates et ortho phosphates cette dernière faciliteras la fonte du cheddar et permettra un développement important du fromage fondu aux USA. En **1930**, un très grand progrès fut obtenu grâce à l'utilisation de poly phosphates de sodium linéaires. Ces poly phosphates permettent de fondre efficacement des fromages à pâte pressée cuite. Ceci est à l'origine du développement important du fromage fondu. Actuellement le fromage fondu est fabriqué dans le monde entier dont environ la moitié aux USA. (**ANDRE et GILLIS ,1997**).

## **I .2.Définition du fromage fondu**

Selon Mahaut et *al.* (2003), le fromage fondu est un produit moderne obtenu par le mélange de fromage de différentes origines et à différents stades d'affinage, avec des sels de fonte. Ce mélange est broyé puis chauffé sous vide partiel et agitation constante jusqu'à l'obtention d'une masse homogène qui est conditionnée dans un emballage protecteur il présente plusieurs avantages parmi lequel ; c'est un produit stable par traitement thermique, ceci lui confère d'excellente qualité de conservation et une bonne commercialisation, cette commercialisation est assurée même dans les zones à climat chaud.

-Il a une excellente valeur nutritionnelle.

-c'est un produit à goût doux et régulier. Il possède une large possibilité de présentation, d'usage et d'aromatisation.

## **I .3.Les différents types de fromages fondus**

Six variétés des fromages fondus peuvent être couramment rencontrées sur le marché :

### **I .3.1.Fromage fondu en bloc**

C'est le plus ancien des fromages fondus. L'extrait sec totale est relativement élevé dans le rapport MG/ES. Il a une consistance ferme et une bonne élasticité. Le coulage s'effectue sous forme de blocs de poids différents, mais aussi de plus en plus sous forme de tranche. (Gret, 2011).

### **I .3.2.Fromage fondu à couper**

Moins ferme que le bloc, il n'est pas pour autant tartinable. Il contient trois à quatre points de moins de matière sèche que le précédent, de moins de matière, ce qui le rend plus agréable à la dégustation. L'élasticité, parfois recherché, n'est pas toujours souhaitable en raison de la formation de fils qui rendent le conditionnement délicat sur les machines classiques. (BOUTONNIER, 2000).

### **I .3.3 Fromage fondu à tartiner**

Ce type de fromage nécessite un crémage important par rapport au fromage fondu en bloc ; ceci a permis d'augmenter de 10% la teneur en eau et d'obtenir un produit à consistance comparable à celle du beurre. De plus l'extrait sec relativement faible et la teneur élevée en matière grasse permettent des fontes relativement faciles (**Ebing et Rutgers, 2006**)

### **I .3.4. Fromage fondu pour la refonte**

Originaire d'Amérique du Nord, il se présente généralement sous forme de tranche adaptées a une utilisation dans les cheeseburgers, les croques monsieurs.... Ce produit doit refondre rapidement sans carbonisation superficielle, comme une tranche d'emmental par exemple, ce qui exige une préservation importante de la structure protéique de la matière première. (**BOUTONNIER, 2000**).

### **I .3.5. Fromage fondu résistant à la chaleur**

C'est un fromage fondu qui ne peut pas être refondu. Il est coupé sous forme de dés. Il accompagne d'autres aliments comme ingrédient tel que les pâtes. Ce genre de fromage ne change pas de goût et de valeur nutritionnelle après la cuisson. (**Ebing et Rutgers, 2006**)

### **I .3.6. Fromage fondu fluide pour le fourrage alimentaire**

Il s'est récemment développé grâce aux nouvelles formulations. C'est un fromage fluide et pompable à une température ambiante (**BOUTONNIER, 2000**).

Le même auteur signale que d'une façon générale, les trois dernières variétés de fromage fondu sont essentiellement destinées à l'industrie alimentaire entant qu'ingrédient.

## **I .4. Composition et valeur énergétique du fromage fondu**

Le fromage fondu se compose de plusieurs éléments cités dans le tableau N°1

**Tableau N°1 :** Composition du fromage fondu. **Vignola (2002)**

Eléments constitutifs du fromage fondu	Composition moyenne
Eau (g/kg)	32
Glucides (g/kg)	18.3
Energie (kcal)	292
Lipides (g/kg)	25.4
Protéines (g/kg)	38
Calcium (g/kg)	940
Phosphates (mg/kg)	1170
Magnésium (mg/kg)	25
Potassium (mg/kg)	760
Sodium (mg/kg)	1600

### I .5.Propriétés organoleptiques du fromage fondu

Les caractères organoleptiques d'un aliment déterminent l'attrait qu'il exerce sur le consommateur. L'aspect d'un fromage, sa consistance et sa saveur plus ou moins riche et intense stimulent les sens de la vue, de l'ouïe, du toucher, de l'odorat et du goût et provoquent des réactions plus ou moins vives de désir ou de rejet (**Drogul et al., 2004**).

Le développement du goût dans le fromage est dépendant de la foule d'enzymes présents dans celui-ci durant le déroulement de sa fabrication. La matière grasse du lait est peut être la source la plus importante de saveur (**Fournier, 2007**).

Pour faire un fromage fondu de qualité, il importe donc de trier soigneusement la matière première afin d'éliminer tous les produits présentant des mauvais goûts (**Vierling, 2008**).

Dans les fromages fondus on ajoute des produits laitiers divers : beurre, crème, caséine, lait, babeurre, lactosérum, le goût est plus doux mais il faut veiller aussi bien à la qualité des produits laitiers et à leur mode d'obtention qu'aux conditions de cuisson et à la composition du fromage fondu. En cherchant à éviter certaines réactions irréversibles :

Dénaturation des protéines, réaction de Maillard, cristallisation du lactose,... (Froc, 2007).

## **I.6. Technologie de fabrication du fromage fondu**

Le «fromage fondu» est obtenu par broyage, mélange, fonte et émulsification, sous l'action de la chaleur et d'agents émulsifiants, d'une ou plusieurs variétés de fromage, avec ou sans adjonction de constituants laitiers et/ou d'autres denrées alimentaires (**codex alimentarius, 2004**).

### **I.6.1. Les matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu**

La production de fromage fondu exige la présence de matières premières d'origine laitière et non laitières.

- **Matières premières laitières**

#### **a- Le fromage**

Le fromage destiné à la fonte est choisi suivant son type, sa flaveur, sa maturité, sa composition, sa texture, son pH et son prix entre le cheddar, l'Emmental, le Gruyère, Mozzarella et d'autres fromages à pâte pressé (**CARIC, 2000**).

#### **b- La préfonte**

Il s'agit de fromage déjà fondu qui résulte de la récupération de la pâte contenue dans différents endroits du circuit de la production. En pratique lorsqu'elle était refondue, la pâte crème très fortement et transmet ce processus physico-chimique de modification de la structure au fromage fraîchement fondu auquel elle est ajoutée. (**BOUTONNIER, 2000**).

#### **c- La poudre de lait**

La poudre de lait est un produit laitier obtenu à partir d'un lait cru ayant subi une déshydratation par la chaleur (180°C) permettant ainsi une longue conservation. On reparti les

poudres de lait en trois groupes : poudre de lait entier (26% de MG), poudre de lait demi entier (22% de MG) et poudre de lait écrémé (0% de MG) (CAROLE et VIGNOLA 2002).

### **d- Autres matières premières laitières**

En outre des fromages, d'autres matières premières laitières sont utilisées pour la fabrication du fromage fondu. On peut citer, les concentrés protéiques laitiers, les poudres de lait écrémé, lactosérum, lactose, caséines-caséinates, protéines de sérum, coprécipités, crème, beurre et matière grasse laitière anhydre (FOX *et al.*, 2000).

- **Matières premières non laitières**

### **a- L'eau**

L'humidité des fromages étant généralement faible et puisque l'on incorpore des poudres, il est absolument nécessaire d'apporter de l'eau au mélange.

Elle peut être apportée sous forme liquide en une ou plusieurs fois à différents moments de la fabrication mais toujours froide afin d'assurer une quantité d'eau de condensation constante lors du chauffage.

Dans le cas des traitements thermiques de type stérilisation UHT, cette eau est injectée sous forme de vapeur. Cette vapeur doit être filtrée avant injection de manière à être débarrassée des additifs apportés par le traitement des eaux de chaudière et des contaminants récupérés lors de sa distribution. (BOUTONNIER, 2000).

### **b- Les sels de fontes**

Sans sels de fonte, pas de fromage fondu formule qui se dit quel que soit le fromage fondu fabriqué, ce sont des matières premières de base dans la fabrication du fromage fondu.

Les sels de fontes sont des agents très importants pour la fabrication des fromages fondus, ils sont d'ailleurs à l'origine de la fonte. A ce jour les phosphates et les citrates sont pratiquement les sels de fonte utilisés (ROUSTEL, 2014), leur nom et dose d'emploi est règlementé dans le JORA n°30 du 2012.

**d- Additifs alimentaires**

Ce sont des agents de sapidité, colorants, agent de texture et conservateurs utilisés de manière limitée, selon le type de fromage fondu. (Jean-Luc BOUTONNIER, 2000).

**I.6.2. Les étapes de fabrication du fromage fondu**

Les étapes de fabrication du fromage fondu sont présentées comme suit :

- **Découpage et broyage du fromage**

Les fromages de fonte doivent subir un broyage. Cette technique s'effectue à l'aide de machine spéciale «broyeur». Le fromage sort du broyeur sous forme de long spaghetti (Fournier, 2007).

- **Pesage et mélange des ingrédients**

Une fois le broyage est terminés, les différents lots de fromage sont pesés et mis dans des grandes machines «cuisseurs» avec les autres ingrédients préalablement pesés avec exactitude. Les sels de fonte sont pesés soit à l'état sec, soit sous forme de solution (Jean-Luc BOUTONNIER, 2000).

- **Cuisson et traitement thermique du mélange**

Cette opération consiste en deux étapes qui se déroulent simultanément et qui sont : pasteurisation et cuisson.

- **La pasteurisation**

Inventée par Louis Pasteur en 1865, la pasteurisation servait à l'origine à empêcher la fermentation au niveau du lait. Cette technique, limite la prolifération microbienne sans la détruire entièrement. Les aliments sont chauffés entre +65°C et +95°C durant quelques secondes puis brusquement refroidis à une température d'environ 10°C.

Il existe trois types de pasteurisation

- ✓ Pasteurisation basse : entre +63°C et +65°C (pour les œufs, les appareils à glaces).
- ✓ Pasteurisation haute : entre +70°C et +75°C (lait et semi-conserves).

- ✓ Flash pasteurisation : plus de +95°C (lait haute qualité, jus de fruit).

Elle limite la prolifération microbienne en détruisant en partie les bactéries.

De plus, la pasteurisation n'altère en rien la composition, la saveur et la valeur nutritive des aliments qui la subissent et le traitement est peu coûteux.

A sa découverte, la pasteurisation permet de limiter la mortalité infantile.

L'alimentation traitée ainsi est à consommer assez rapidement (quelques jours). De plus si la pasteurisation est faite à une température trop élevée ou pendant un temps trop important, il peut y avoir apparition d'un goût de cuit.

Si par contre la température de pasteurisation n'est pas atteinte ou le temps normal de pasteurisation n'est pas respecté, il existe alors un risque que la flore pathogène ne soit pas détruite.

### ➤ **Cuisson :**

Cette étape est importante dans le processus de fabrication du fromage fondu. Le mélange est introduit dans les cuiseuses, ou il subit une cuisson et brassage simultané, la cuisson est réalisée grâce à l'injection directe de vapeur sous vide pendant 5 à 10 minutes.

La température de mélange atteint une valeur de 85°C à 90°C. (**Jean-Luc BOUTONNIER, 2000**).

On constate trois phénomènes physico-chimiques :

- a) Péptisation
- b) Hydratation
- c) Crémage

### **a) Péptisation**

Selon **GAUCHERON (2003)**, les protéines émulsifiantes de la matière grasse dans les fromages naturels sont stabilisées par le pont calcique.

Les sels de fonte vont chélates ce calcium transformant ainsi le paracaséinate de calcium insoluble en paracaséinate de sodium soluble, c'est la péptisation ou déstructuration du gel existant.

### **b) Hydratation**

Le processus d'hydratation ou de «gonflement» aboutit à une édification de la consistance, c'est à ce moment-là qu'à lieu la phase de «crémage».

### **c) Crémage**

Le crémage est un phénomène physico-chimique caractérisé par l'absorption d'une quantité d'eau au niveau de chaque particule protéique, provoquant le gonflement et l'épaississement de la pâte et une modification de liaison chimique qui a lieu pendant le chauffage, le cambrage, le refroidissement et le stockage (**Jean-Luc BOUTONNIER, 2000**).

#### **• Homogénéisation**

On peut éventuellement faire subir au produit une étape d'homogénéisation cette dernière améliore la stabilité de l'émulsion de matière grasse en diminuant la taille de globule gras.

Toutefois, du fait de son coût supplémentaire, de la prolongation du temps de fabrication, l'homogénéisation n'est recommandée que pour des produits à teneur élevée en matière grasse.

#### **• Conditionnement du fromage fondu**

Dans les premiers temps le transport de la pâte chaude du fromage est assuré manuellement dans des seaux. Actuellement et pour éviter une contamination au cours du conditionnement, le transfert du fromage se fait de plus en plus par des tuyauteries en acier inoxydable alimentant des couleuses. Celle-ci emballant à une très grande vitesse le fromage fondu plus au moins chaud et liquide dans des feuilles d'aluminium vernissées.

Ces feuilles d'aluminium sont laquées par des laques thermoxellables assurant une bonne étanchéité.

La forme du produit triangulaire généralement est donnée par l'emballage lui-même. A la fin le fromage fondu conditionné est assemblé manuellement dans des boites rondes en carton, contenant 8 à 16 portions ou sous forme de barre (**Vierling, 2008**).

### • Refroidissement

Après conditionnement, le refroidissement se fait rapidement dans des chambres froides, mais sans trop de brutalité pour éviter la condensation d'eau qui pourrait se produire à l'extérieur des emballages (Fournier, 2007).

### • L'étiquetage

Cette étape est nécessaire. Elle vient directement après l'étape de refroidissement. Selon (**BUREAU et MILTON 1998 a**), plusieurs notions doivent être mentionnées sur l'étiquetage :

- ✓ La dénomination de vente avec le mot «fromage de» est impérative.
- ✓ La teneur en MG, la quantité nette, le lieu de fabrication, la ration sociale de la fabrication et/ou du conditionneur et les colorants utilisés.
- ✓ La date limite de consommation et la température de conservation (<+15°C).

### • La conservation

Le fromage fondu est apparenté aux conserves et semi-conserves. Sa durée de vie est de plusieurs mois à basse température. L'idéal se situe entre 8°C et 12°C.

Il faut éviter l'écrasement par surcharge et le mouillage. Il faut éviter aussi l'exposition au soleil et le stockage à des températures trop élevées. (**AMARGILIOS, 1986**).

Eviter surtout le brusque changement de température, notamment le passage du froid au chaud, ce qui provoque des condensations détériorant particulièrement les emballages en cartons. (**LUQUET, 1995**).

# Chapitre

# 2

---

## *Spécialité fromagère*

---

La spécialité fromagère est obtenue par le mélange de fromages de différentes origines et à différents stades d'affinage avec des sels de fonte ; ce mélange est broyé puis chauffé sous vide partiel et agitation constante jusqu'à obtention d'une masse homogène (**GUINEE et al. 2004**). D'autres ingrédients d'origine laitière et non laitière peuvent être additionnés au mélange.

### II-1-Définition

La dénomination « spécialité fromagère fondue » est réservée au produit laitier, dont la teneur minimale en matière sèche est de 25 grammes pour 100 grammes de produit, préparé à partir de fromage et d'autres produits laitiers. Ce produit est obtenu par des techniques de traitement qui incluent la fonte et conduisent à l'émulsification des matières premières et doit avoir subi, au cours de sa fabrication, une température d'au moins 70°C pendant 30 secondes ou toute autre combinaison de durée et de température d'effet équivalent (**JORF, 2007**).

### II-2-Aperçu historique et économique

La possibilité de produire le fromage fondu a été traitée pour la première fois en 1895. Les sels de fonte n'étaient pas utilisés et le produit n'a pas réussi. Le premier fromage fondu réussi dans lequel les sels de fonte ont été utilisés, était introduit en Europe en 1911 et aux USA en 1916 par Kraft (**MEYER, 1973**).

Selon **FOX et MCSWEENEY (1998)**, la fonte des fromages présente plusieurs avantages ; on peut citer :

- ✓ 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.
- ✓ Ils ont une stabilité à la conservation sous des températures modérées, ce qui réduit le coût de stockage et du transport (**CHRISTENSEN et al. 2003**).
- ✓ Ils 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 (Caric, 2000 ; Fox et al., 2000 ; Huang et al., 2010)
- ✓ Ils sont attractifs pour les enfants qui refoulent les saveurs poussées des fromages naturels.

### II-3- Classification

Selon la teneur en matière grasse de l'extrait sec (MG/ES), les fromages fondus peuvent se diviser en sept catégories (Tableau I-3).

Tableau I-3. Classification des fromages fondus (DFI, 2009)

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

Pour le fromage fondu et le fromage fondu à tartiner dont la dénomination comprend le nom d'une variété de fromage, seuls les produits suivants peuvent être employés, outre ou le fromage (DFI, 2009) :

- ✓ des matières grasses lactiques ;
- ✓ du sel comestible ;
- ✓ de l'eau potable ;

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 par kilogramme 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 kilogramme plus de 500 g du fromage en question.

#### II-4-Valeur nutritionnelle

La spécialité fromagère comporte toutes les caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers qui le composent. Elle apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels à un bon équilibre alimentaire (Tableau I-4). Ne nécessitant aucune préparation, c'est un excellent moyen d'apporter à notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines, etc.) (**MEYER, 1973**).

Du fait de sa conservation et des facilités d'exportation qu'elle permet, elle peut être un aliment de première importance pour les populations de pays non laitiers.

En outre, la présence de la matière grasse sous forme bien émulsionnée et des protéines finement dispersées lui confère une efficacité nutritionnelle (notamment digestibilité) au moins égale à celle des composés de départ. (**Bauer et al., 2010**).

Tableau I-4. Composition du fromage fondu (MEYER, 1973)

Composants	Composition par 100g de fromage fondu	
	45 % MG dans ES	60 % MG dans ES
Eau	51,3 %	50,6 %
Matière grasse	23,6 %	30,4 %
Protéines	14,4 %	13,2 %
Sodium	1,26 mg	1,01 mg
Potassium	65,0 mg	108 mg
Calcium	547,0 mg	355,0 mg
Phosphore	944,0 mg	795,0 mg
Vitamine A	0,30 mg	/
Vitamine D	3,13 µg	/
Vitamine B1	34,0 µg	40,0 µg
Vitamine B2	0,38 mg	0,35 mg
Vitamine B6	70,0 µg	80,0 µg
Biotine	3,60 µg	2,80 µg
Acide folique	3,46 µg	3,40 µg
Vitamine B12	0,25 µg	0,25 µg
Vitamine C	Traces	Traces
Valeur énergétique (Kj/Kcal)	1178/282	1490/339

## II-5-Matières premières de la technologie de la spécialité fromagère

Les spécialités fromagères sont fabriquées à partir des matières premières laitières et non laitières au lieu du lait ; caséine ou caséinates, lactosérum, matière grasse d'origine laitière et végétale, amidons, sels de fonte, additifs... (CARIĆ, 2000 ; FOX *et al.*, 2000 ; HUANG *et al.*, 2010).

- **Matières premières laitiers**

- **Les fromages naturels**

Le fromage fondu et la spécialité fromagère sont les produits laitiers dans lesquels le fromage est l'ingrédient laitier majoritairement utilisé comme matière première (Commission codex alimentarius, 2004). Une sélection adaptée des fromages naturels est primordiale pour la fabrication d'une spécialité fromagère de qualité (CHAMBRE et DAURELLES, 1997).

D'après BOUTONNIER (2002), les fromages sont caractérisés par :

- ✓ le pH ;
- ✓ l'extrait sec total (EST) ;
- ✓ la matière grasse (MG) ;
- ✓ l'extrait sec dégraissé (ESD) ;
- ✓ la nature de la texture en liaison avec la structure de la pâte ;
- ✓ le niveau de minéralisation (% massique de calcium sur extrait sec dégraissé) ;
- ✓ la teneur en caséine relative.

Ces critères sont fondamentaux pour sélectionner les différents fromages en fonction du procédé technologique et des matériaux utilisés d'une part et du type de produit fini recherché d'autre part (USDA, 2007).

Le choix des fromages utilisés se fait entre le Cheddar, l'Emmental, le Gruyère, Mozzarella et d'autres fromages à pâte pressée (MCSWEENEY *et al.* 2004) en se basant sur le type, la saveur, la maturité, la consistance, la texture et l'acidité (CHAMBRE et DAURELLES, 1997).

Concernant les **autres matières premières laitières** et la **préfonte** additionnée lors de la fabrication des spécialités fromagères sont les mêmes utilisés dans le cas des fromages fondus, ainsi que les **matières premières non laitières** (sels de fonte, eau, additifs alimentaires).

## - **Matières premières végétales**

Les matières premières d'origine végétale sont utilisées pour la fabrication du fromage fondu d'imitation (MOUNSEY *et al.* 1999 ; 2008 ; KIZILOZ *et al.* 2009). L'utilisation des matières premières d'origine végétale proscrit l'appellation « fromage fondu » et contraint à la dénomination « spécialité fromagère fondue » (BOUTONNIER, 2002).

### • **Graisses végétales**

Plus économiques que la matière grasse laitière, elles présentent en outre l'avantage d'une absence de cholestérol et d'une grande pauvreté en acides gras saturés (BACHMANN, 2000).

### • **Protéines végétales**

Des études ont été entreprises sur le remplacement de la caséine dans les spécialités fromagères par différents types de protéines végétales ; les protéines de soja, des arachides et le gluten du blé. Ces dernières ont une capacité élevée d'absorption d'eau et génèrent une consistance épaisse et peu fluide. Elles doivent être incorporées à de faibles doses (2 à 3 %) (CHEN *et al.* 1979 ; LEE *et al.* 1981 ; TARANTO *et* YANG, 1981 ; YANG *et* TARANTO, 1982 ; YANG *et al.* 1983 ; KIM *et al.* 1992 ; ORTEGA-FLEITAS *et al.* 2001).

### • **Amidon**

Aucun autre ingrédient alimentaire ne rivalise avec l'amidon en termes de polyvalence et d'application dans l'industrie alimentaire. Les amidons ont été employés pour la diversification des textures ; l'amélioration de l'esthétique des produits ; la simplification de la déclaration du label ; la réduction des coûts de production ; la garantie de la consistance des produits et pour prolonger la durée de conservation (TAGGART *et al.* 2009).

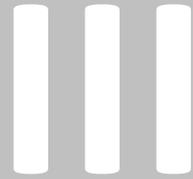
### • **Agents de textures**

Ce sont des hydrocolloïdes qui, en présence d'eau ont un fort pouvoir épaississant voire gélifiant et une action stabilisante vis-à-vis de l'eau du produit. Ils peuvent être d'origine animale (gélatine), végétale (amidon, gommes de guar, de caroube, alginates, carraghénanes,

carboxyméthylcellulose...) ou produits par voie fermentaire (gommes xanthane et gellane) **(KIZILOZ *et al.* 2009)**.

Leur rôle est d'améliorer la consistance et l'onctuosité de la spécialité fromagère, et permet d'éviter toute synérèse et par conséquent faciliter le décollement de l'emballage au contact du produit. En France, le recours à ces additions interdit l'appellation fromage fondu et contraint à la dénomination « spécialité fromagère fondue ». Les quantités couramment employées varient entre 0,1 et 0,25 % en masse. Toutefois, ces agents de texture ne peuvent pas remplacer en totalité les sels de fonte. Leur utilisation se justifie beaucoup plus dans le cas de la fabrication de fromages fondus à partir de fromages frais qui sont des matières premières fortement déminéralisées et pauvres en protéines. Dans ce cas particulier, l'association entre agents de texture et sels de fonte donne d'excellents résultats tant sur le plan de la stabilisation physico-chimique que sur le plan de la sensation en bouche **(GUINEE *et al.* 2002 ; LUCEY *et al.* 2003)**.

# Chapitre



---

***Analyse des mémoires***

***Matériel et méthodes***

---

## Introduction

### (Mémoire 1) annexe

Le travail a été réalisé au niveau de l'unité fromagère « Berbère » de Chéraga.

L'étude a porté sur deux types de fromage, fromage fondu et spécialité fromagère. Ces deux types passent dans les mêmes conditions de fabrication (cuisson 90°C, conditionnement en boîte de 300g, stockage à 4°C) sauf on a ajouté l'amidon dans la spécialité fromagère comme agent de texture dans le but de comprendre l'évolution des paramètres et des phénomènes physicochimiques qui interviennent pendant le procédé de fabrication de fromage fondu et la spécialité fromagère et l'impact de l'amidon modifié (E1422) sur la viscosité et les propriétés d'écoulement ainsi que sur la texture du produit fini et enfin une détermination des corrélations existantes entre les paramètres physicochimiques et les caractéristiques sensorielles.

### (Mémoire 2) Annexe

le travail a consisté au contrôle de la qualité d'une spécialité fromagère fondue « Bravo-cheese » produite au sein de l'industrie du groupe Goumidi.

## III.1. Matériel

L'étude a porté sur deux types de fromage ; fromage fondu et spécialité fromagère

### ➤ fabrications de spécialité fromagère :

La formule pour la spécialité fromagère est constituée de :

#### • Poudre

- Amidon réticulé (adipate de diamidon acétylé E 1422) à raison de 3 % sous forme de poudre blanche, pH = 6 à 8 et taux maximal d'humidité de 20 % ;
- Sels de fonte (Citrate de sodium E 331, Phosphate de sodium E 339, Diphosphate E 450 et Phosphate de calcium Polyphosphate E 452) ;
- Sel de table NaCl ;
- Poudre de lait à 26 % de matière grasse.

#### • Matières

Matière grasse végétale partiellement hydrogénée, Préfonte, matière protéique laitière (Cheddar, pâte fraîche, crème cheese, fromage frais, des pâtes molles, des pâtes fraîches, et des pâtes fondues).

#### • Eau

La quantité d'eau ajoutée dans les fromages était déterminée en tenant compte de la

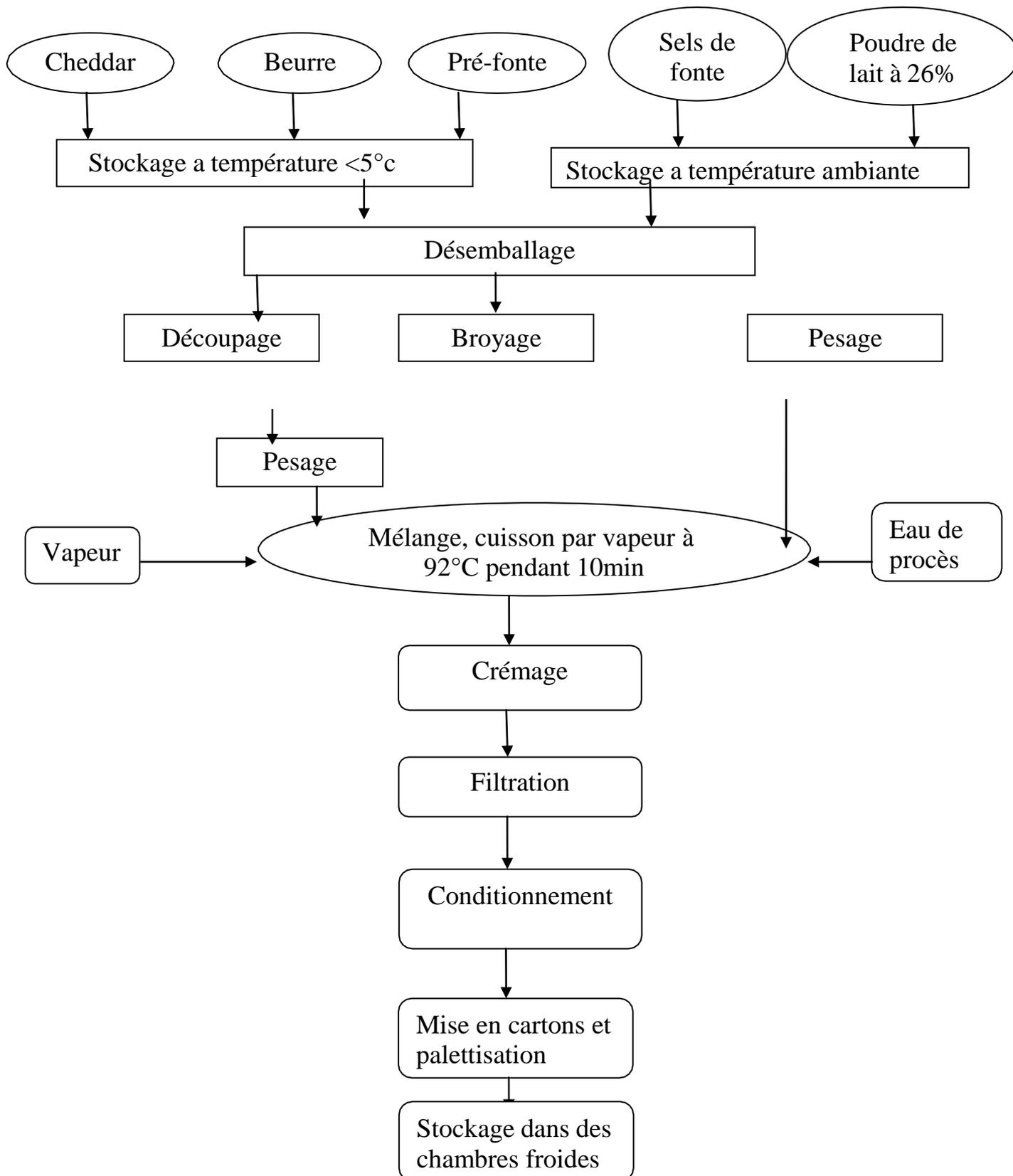
quantité d'agents humectant et de l'eau délivrée à l'état de vapeur (condensat) au cours de la cuisson. Le procédé de fabrication est illustré dans la figure suivante .

- Avant le mélange de la matière première (Cheddar, beurre, sels de fonte, poudre de lait), cette dernière est réceptionnée puis stockée soit à température ambiante pour le lait et sels de fonte ; soit à 5°C pour le cheddar et beurre. Une fois ces différents composés sont déseballés et pesés, le Cheddar et la pâte pressée sont broyés, le beurre est découpé ; on procède alors à l'étape Mélange – Cuisson au niveau du cuiseur à 92°C par addition de l'eau et l'injection de vapeur pendant 9 à 10 minutes. Ce mélange sera transféré par le biais d'une pompe vers le crémeur (Bac tampon) où s'effectuera le crémage pendant 10 à 20 minutes à 85-90°C. Ce fromage sera filtré, transféré vers les trémies pour être conditionné dans des boîtes à 75°C, puis daté. Ces boîtes seront mises en carton et palettiser dans des palettes ; puis stocké dans des chambres froides à 6°C pour être expédié.

**Tableau N°1 :** comparésant entr la composition de spécialité fromagère. et de fromage fondu

<b>Matière première</b>	<b>Quantités(%)spécialité fromagère</b>	<b>Quantities(%)Fromage fondu</b>
<b>Cheddar</b>	<b>13</b>	<b>16</b>
<b>Poudre de lait</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
<b>Beurre</b>	<b>00</b>	<b>05</b>
<b>Sels de font</b>	<b>2.4</b>	<b>1.6</b>
<b>Pré-fonte</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>MGV</b>	<b>8</b>	<b>00</b>
<b>Amidon</b>	<b>3</b>	<b>00</b>
<b>Sels de table</b>	<b>0.250</b>	<b>0.25</b>
<b>Eau</b>	<b>48</b>	<b>40</b>



**Figure 1 :** Diagramme de fabrication de fromage.

### III.2. Méthodes

➤ **Les méthodes de prélèvements physico-chimiques et bactériologiques de la matière première :**

Durant notre partie expérimentale, on a effectué le prélèvement de la matière première a partir du même lot, afin de garder les mêmes paramètres pour la réalisation de notre essai.

▪ **La poudre du lait**

Pour la poudre du lait, le prélèvement a été effectué à partir d'un sac de 25 Kg, choisi aléatoirement de la palette de stockage et cela à l'aide d'une louche préalablement stérilisée.

Le prélèvement se fait à partir du fond du sac et cela dans une atmosphère stérile c'est-à-dire en présence toujours de la flamme bleue qu'on dispose approximativement de l'ouverture du sac de la poudre. La poudre prélevée est disposée dans un bécher stérile, bien le fermer. On prélève cinq échantillons.

▪ **Le beurre**

Pour le beurre, on le prélève à partir d'un bloc de beurre de 25 Kg. Ce bloc de beurre a été choisi aléatoirement de la palette de stockage, l'ouverture de l'emballage est réalisée par un couteau stérilisé ainsi que le découpage des morceaux du beurre qui sont introduits aseptiquement dans un bécher stérilisé et on le ferme bien. Tout cela doit être réalisé dans une ambiance stérile. On prélève cinq échantillons.

▪ **Le cheddar**

Les mêmes étapes suivies que pour le beurre.

▪ **L'eau**

Le prélèvement de l'eau s'effectue après avoir laissé couler l'eau quelques instants, on flambe le robinet et à côté de la flamme on remplit l'eau à analyser dans un flacon de 225 ml déjà stérilisé et bien fermé.

- **Produit fini (fromage fondu)**

Le prélèvement du produit fini, s'effectue directement en retirant au hasard une boîte de fromage de 300 g. Une boîte pour les analyses physico chimique et une autre pour les analyses microbiologique.

- **Méthodes d'analyses physico-chimiques :(AFNOR 1986)**

En contrôle de fabrication, les critères se limitent généralement à un petit nombre de mesures physico-chimiques, comme le pH, l'extrait sec, la matière grasse ou la teneur en sel. Toutefois, en cas de problèmes de fabrication ou de qualité des fromages, d'autres contrôles portant soit des critères biochimiques plus complexes comme le dosage des acides gras volatils ou la mesure de la protéolyse, soit sur des flores d'affinage ou des germes de contamination, peuvent être entrepris.

En ce qui concerne les contrôles réglementaires, ils peuvent être réalisés par l'entreprise ou par un laboratoire spécialisé dans le cadre de programmes d'assurance qualité.

### **III.2.1.La poudre du lait**

#### **III.2. 1.1 Détermination du pH**

Le principe de cette méthode est la dispersion du lait sec dans l'eau distillée avec mesure directe du pH à l'aide d'un pH mètre.

Dans un bécher, on va peser  $3\pm 0,003$  g de l'échantillon, on ajoute 30 ml d'eau distillée fraîchement bouillie et refroidie, on mélange à l'aide d'une baguette en verre, jusqu'à complète dispersion de la prise d'essai, on le place pendant 3-4 heures dans le réfrigérateur et on effectue la mesure électrique à  $20\pm 2^\circ\text{C}$  tout en agitant le contenu du bécher.

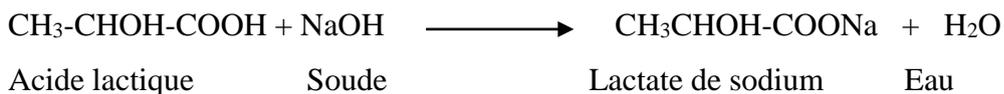
La valeur du pH est lue directement sur le pH mètre.

#### **III.2. 1.2.L'acidité titrable (AFNOR 1986)**

L'acidité est obtenue par le dosage titrimétrique de l'acide lactique à l'aide d'hydroxyde de sodium, et en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré

Dans un bécher de 250 ml, on introduit 2g de poudre de lait avec 20 ml d'eau distillée qu'on mélange avec une baguette en verre et on laisse reposer pendant 30minutes et dans un autre bécher, on prélève à l'aide d'une pipette 10ml de lait reconstitué précédemment, ajouter 4 à 5 gouttes de phénolphtaléine, titrer par la solution d'hydroxyde de sodium (N/9), jusqu'à coloration rose pale.

Cette méthode est basée sur la réaction chimique suivante :



- Réaction de neutralisation de l'acide par une base.
- Sachant que 0,1ml de NaOH correspond à 1°D.
- 1°D correspond à 0,1 g/l d'acide lactique.

### III.2.1.3 La teneur en eau (ISO : 5534-2004)

Son principe est basé sur la dessiccation du lait sec à  $103^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$  avec pesage du résidu. Dans une capsule séchée à l'étuve ( $103^{\circ}\text{C}$ ) et placée dans le dessiccateur pendant  $\frac{1}{2}$  heure, on pèse environ 2g de l'échantillon et on place la capsule dans l'étuve pendant 5 heures ( $103^{\circ}\text{C}$ ). On laisser refroidir dans le dessiccateur et on pèse.

Le résultat de la teneur en eau est donné par la formule :

$$(\mathbf{M-m}) \cdot 100/\mathbf{E} = \mathbf{H\%}$$

M : la masse en grammes de la capsule et de son contenu avant la dessiccation.

m : la masse en grammes de la capsule et de son contenu après la dessiccation.

E : la masse en grammes de la prise d'essai.

### III.2.1.4. La teneur en matière grasse (ISO 1736)

Le dosage de la teneur en matière grasse de la poudre du lait est effectué par la méthode acidobutyromètre à l'aide d'un butyromètre « GERBER » gradué.

Le principe de cette méthode est d'attaquer par l'acide sulfurique les matières non grasses qui sont dissoutes libérant ainsi les lipides, et ceci grâce à l'alcool iso-amylque et une centrifugation (1200 tr/min) pendant 5 minutes.

Dans un butyromètre, on introduit respectivement :

- 10 ml d'acide sulfurique
- 2,5g de la poudre du lait
- 8,5 ml d'eau distillée
- 1 ml d'alcool iso amylique

Après avoir fermé le butyromètre, on tourne 5 à 10 fois jusqu'à la dissolution complète de la poudre du lait.

Le butyromètre est ensuite déposé dans un bain marie à température de 65°C pendant 5 minutes, après cette période, le butyromètre est déposé dans la centrifugeuse à 1200 tr/mn pendant 5 minutes.

Les résultats sont obtenus selon la formule suivante:

$$1. \text{MG}\% = (N_1 - N_2) * 100$$

$N_1$  : la valeur atteinte par le niveau supérieur du butyromètre.

$N_2$  : la valeur atteinte par le niveau inférieur du butyromètre.

MG : la teneur en matière grasse (exprimée en pourcentage)

### III.2. 2. Le cheddar

#### Détermination du pH

Cette méthode décrit la mesure de l'acidité ionique du fromage. Elle consiste à introduire délicatement l'électrode du pH-mètre dans le fromage en réglant le correcteur de la température.

La valeur du pH est lue directement sur le pH-mètre.

#### Détermination de l'extrait sec total

Le principe de cette méthode repose sur la dessiccation par évaporation d'une quantité déterminée de la prise d'essai.

L'extrait sec total est exprimé en pourcentage. Le mode opératoire se fait comme suit : étaler d'une façon homogène 3g de l'échantillon sur un papier d'aluminium préalablement pesé, mettre dans le four à température 300°C pendant 5 minutes et déclencher le processus de séchage.

La détermination de la matière sèche est donnée quand l'appareil s'arrête automatiquement et lorsqu'aucune perte de poids n'est détectée. Après le séchage de l'échantillon peser le papier contenant l'échantillon.

$$2. \text{EST} = (X - X) \times 100 / E$$

X : le poids du papier avec la prise d'essai après le séchage.

E : la masse de la prise d'essai en g (3g)

### III.2.2.3. Détermination de la matière grasse (ISO 1736)

Son principe est basé sur la dissolution des éléments du fromage par addition d'acide sulfurique ( $d=1,525$ ) et la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre de VAN GULIK, la séparation étant favorisée par l'addition d'une quantité d'alcool iso amylique.

La teneur en matière grasse en gramme pour 100 grammes du fromage est obtenue par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

Donc on va peser 3g de l'échantillon dans le godet, on le place dans le butyromètre, on ferme le col du butyromètre et on ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à l'immersion totale de la prise d'essai.

On va palier l'ensemble dans un bain marie à  $+65^{\circ}\text{C}$  pendant 5 minutes, on retire et on agite énergiquement pendant 10 secondes.

Par la suite, on va ajouter 1 ml d'alcool iso amylique, puis de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le niveau atteigne le trait repère (35%) de l'échelle du butyromètre.

On ferme et on retourne 2 à 3 fois le butyromètre et enfin on va le placer immédiatement dans la centrifugeuse (1200tr /min) pendant 10 minutes.

La teneur en matière grasse (MG) de l'échantillon est exprimée en pourcentage.

$$3.MG\%=(B-A)*100$$

A : la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne grasse.

B : la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne grasse.

### III.2.2.4. Détermination de la teneur en azote total

Le principe de cette méthode est basé sur deux étapes : *la minéralisation* de l'échantillon qui est effectuée par chauffage avec de l'acide sulfurique concentré, en présence d'un catalyseur et suivi d'une alcalinisation des produits de la réaction puis d'une *distillation* de l'ammoniac libéré qui est titré par une solution d'acide sulfurique dilué en présence d'acide borique.

#### Pour la minéralisation, on va :

- Peser 1g de l'échantillon et l'introduire dans le matras.
- Ajouter 2g de catalyseur et 20 ml d'acide sulfurique concentré. ( $d=1,83$ ), des billes de verre.

- Placer les matras dans le dispositif de chauffage.
- Laisser minéraliser pendant 4 heures.

Lorsque le liquide devient limpide, on laisse refroidir pendant 30 minutes.

**Pour la distillation, on va :**

- Mettre le liquide dans la fiole.
- Diluer par addition de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- Prendre 20 ml de cette solution, et l'introduire dans le matras.
- Dans un bécher, introduire 20 ml d'acide borique à 4%
- Mesurer le pH de l'acide borique. (pH initial).
- Placer le matras et le bécher dans l'appareil de distillation.

De la soude à 33% et de l'eau distillée sont aspirées par l'appareil, à l'aide des sondes spéciales, durant la distillation.

Après la distillation, on titre l'acide borique par de l'acide sulfurique (0,1 N) jusqu'à ce que le pH revient au pH initial.

La teneur en azote totale, exprimée en gramme d'azote pour 100 grammes de lait est égale à :

$$4. Nt (g/l) = V_1 \cdot 0,0014 \cdot 100 / E$$

$V_1$  : le volume en millimètre de la solution d'acide sulfurique utilisée pour la neutralisation de l'ammoniac.

$E$  : la masse en gramme de la prise d'essai.

Par convention, la teneur en azote protéique est obtenue en multipliant le chiffre de l'azote total (en gramme par 100 grammes de l'échantillon) par le coefficient 6,38.

$$5. \text{La teneur en protéine \%} = \text{teneur en azote total} \times 6,38$$

### III.2.3.Le beurre

#### III.2.3.1.Détermination du pH

La mesure du pH se fait à l'aide d'un pH-mètre. On fait fondre une quantité suffisante du beurre au bain marie, puis on porte les tubes du beurre fondu à la centrifugation (1200tr/min. pendant 5 minutes), jusqu'à ce que la matière grasse soit limpide. On prend la phase non grasse et on la transvase dans un tube à essai propre. On met ce dernier dans le congélateur pour quelques minutes, puis on mesure le pH

**Dosage de l'acidité grasse exprimée en acide oléique :**

Le principe de cette méthode consiste à la neutralisation de l'acide oléique en présence de la phénolphtaléine et à l'aide de la soude 0,1N jusqu'à la coloration légèrement rose.

Pour cela on prend une quantité du beurre, on la fait fondre, on prend 3g de la partie surnagent qu'on va la mettre dans un bécher de 50ml. On complète jusqu'à 25 ml d'éther, on rajoute ensuite 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine. A la fin, on titre avec NaOH jusqu'à la coloration rose pale.

L'acidité est exprimée en % d'acide oléique.

$$6. A = V.N.K.100/P \text{ (%d'acide oléique)}$$

**V** : volume en ml de la solution alcaline versée dans la titration.

**N** : la normalité de la solution alcaline (0,1N).

**K** : le coefficient de l'acide oléique (0,282).

**P** : la masse de la prise d'essai en gramme.

**Détermination de la teneur en eau**

L'eau est déterminée par une évaporation de l'eau du beurre à l'aide d'une douce flamme, après sa fonte, la différence du poids entre l'échelle de départ et le résidu après exposition à la chaleur représente le taux d'humidité.

Pour cela, on va prendre le récipient en métal qui était précédemment lavé et séché, on effectue une pesée du récipient vide, peser 10g de notre échantillon de beurre, à l'aide d'une paire de pinces on amène le récipient sur le bec benzène tout en remuant pour éviter de brûler l'échantillon, cette étape est effectuée pendant 2 minutes jusqu'à évaporation totale de l'eau, le récipient est ensuite mis dans un dessiccateur, lorsque le récipient a atteint une température ambiante, on effectue la pesée.

$$7. H\% = (M_0 - M_1) / E \times 100$$

**M<sub>0</sub>** : le poids de la capsule + la prise d'essai avant évaluation.

**M<sub>1</sub>** : le poids de la capsule + la prise d'essai après évaluation.

**E** : la masse de la prise d'essai.

### Détermination de la teneur du non gras

On peut définir le non gras dans le beurre tous les composants secondaires qui entrent dans la composition du grain de beurre c'est-à-dire les sels minéraux, lactose, caséine,...etc.

Le principe de cette méthode consiste en une séparation de la phase continue qui est dans ce cas la matière grasse avec la phase discontinue à l'aide d'un solvant organique (Ether diéthylique, Ether de pétrole,...etc.)

Prendre le même échantillon de beurre utilisé pour l'analyse précédente c'est-à-dire après avoir effectué l'analyse pour le calcul de l'humidité, on réchauffe légèrement le beurre, pour dissoudre la matière grasse, ajouter 50 ml d'éther diéthylique et bien mélanger, laisser pendant 3 à 5 minutes, il en résultera apparition de dépôt, on rejette le surnageant et on garde 1 à 2 cm de dépôt, on effectue le chauffage pour évaporer les molécules d'éther diéthylique restantes, et on pèse le résidu.

Les résultats sont obtenus grâce à la formule suivante :

$$8. \text{NG}\% = (M_0 - M_1 / M - M_0) \times 100$$

$M_0$  : masse du récipient vide.

$M$  : masse du récipient + la prise d'essai.

$M_1$  : résidu après séchage

### Détermination de la teneur en matière grasse (ISO 1736)

Le taux de la matière grasse est déterminé par un simple calcul après avoir éliminé le taux d'humidité et du non gras calculé précédemment.

$$9. \text{MG}\% = 100 - (\text{H} + \text{NG})$$

Où :

MG : matière grasse.

H : humidité.

NG : non gras.

### Eau de procès :

#### Détermination du titre alcalimétrique (TA) : (NF T90-96)

Le principe de cette méthode est basé sur la neutralisation d'un volume d'eau (100ml) par une solution d'acide fort ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  ou HCl) en présence de phénol phtaléine comme indicateur.

On verse dans un erlenmeyer 100 ml d'eau à analyser, plus quelques gouttes de phénolphthaléine, puis on agite et on titre avec une solution d'acide fort (0,1 N) jusqu'au virage de la couleur à l'incolore.

Pour exprimer le résultat, on applique la formule suivante :

$$10. \quad TA = V_1 \times 5 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

$V_1$  : volume de la solution  $H_2SO_4$  en millilitre.

#### **Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) : (NF T90-96)**

La méthode est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau à l'aide d'une solution d'acide en présence de méthyle orange comme indicateur.

On verse dans un erlenmeyer 100 ml d'eau à analyser et quelques gouttes de méthyle orange, on effectue une titration jusqu'au virage de la couleur orange.

Pour exprimer le résultat, on applique la formule suivante :

$$11. \quad TAC = (V_1 - 0,1) \times 5 \text{ (}^\circ\text{F)}$$

$V_1$  : volume de la solution  $H_2SO_4$  en millilitre utilisé à l'opération.

0,1 : représente le volume exprimé en ml de la solution d'acide, nécessaire à l'opération de changement de teinte.

#### **Détermination du pH**

Même méthode de mesure que pour la poudre de lait, on remplace 30 ml d'eau distillée avec 30 ml d'eau à analyser.

#### **Le produit fini III.2.2.5.1.**

##### **Détermination du pH**

On a procédé selon la même méthode appliquée pour le cheddar.

##### **Détermination de l'extrait sec total**

Elle est la même comme celle du cheddar.

#### **Détermination des sucres totaux par la méthode Dubois**

La méthode Dubois *et al.* (1956) permet de doser les oses et les hexoses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré. En présence de ces deux réactifs, les oses donnent une couleur

jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides. La densité optique D.O. est déterminée à une longueur d'onde de 490 nm.

Afin de la réaliser, on doit d'abord *extraire les glucides* ; pour cela, on va :

- Peser 10 g de l'échantillon dans un bécher de 500 ml et additionner 400 ml d'eau distillée et 3 g de carbonate de sodium pour neutraliser l'acidité.
- Porter à ébullition tout en agitant pendant 30 minutes.
- Après ébullition, transvaser la solution dans la fiole de 1 l.

On procédera à présent à l'étape de *clarification* ; donc, on va :

- Additionner à l'extrait des petites quantités d'acétate de plomb à 10% tout en agitant jusqu'à l'apparition d'un précipité qui se dépose au fond de la fiole.
- Ajouter ensuite l'eau distillée dans la fiole jusqu'au trait de jauge.
- Procéder à la filtration.

Ensuite, on doit *éliminer l'acétate de plomb* ; pour cela il faut :

- Additionner au filtrat une petite quantité d'oxalate de potassium ou carbonate de sodium déshydraté pour précipiter l'acétate de plomb de la solution.
- Filtrer la solution pour éliminer le plomb précipité.
- Vérifier la présence de plomb dans la solution en ajoutant une petite quantité d'oxalate de potassium à une partie de la solution contenue dans un tube à essai.

Si le précipité apparaît, continuez à ajouter de l'oxalate de potassium jusqu'à la disparition de tous les ions de plomb.

Enfin, le *dosage* comme suit:

- Faire une solution de 10% de cet échantillon à doser en ajoutant 50 ml d'eau distillée dans 5 ml de filtrat. A partir de la solution de 10% , prendre 1 ml et faire introduire dans un tube à essai , ajouter ensuite 1 ml de solution de phénol à 5% et agiter soigneusement , puis ajouter rapidement 5 ml d'acide sulfurique concentré. La température atteint alors environ 110°C. Après agitation rapide à l'aide du vortex, laisser refroidir à obscurité pendant 30 minutes, puis lire la DO à une longueur d'onde de 490 nm.

Afin de rédiger nos résultats, il faut Préparer une *courbe d'étalonnage* :

- Dissoudre 100 mg de glucose dans 100 ml d'eau distillée.
- Prendre de la solution précédente 4 ml et compléter à 50 ml.

- Préparer une série de tubes à essai dans lesquels on verse 0,1 ml,.... 0,9 ml à partir de la solution fille (4/50).
- Compléter les volumes à 1 ml de l'eau distillée.
- Ajouter 1 ml de phénol à 5% à tous les tubes à essai, et agiter soigneusement.
- Verser rapidement 5 ml de l'acide sulfurique dans chaque tube, puis agiter rapidement avec le vortex.
- Laisser refroidir à la température de la salle pendant 30 minutes puis lire la DO à 490 nm.

La gamme étalon se fait à partir du tableau suivant :

**Tableau 3** : tableau de la gamme étalon des sucres totaux

Tube N°	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Solutions										
Solution de glucose (ml)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Eau distillée (ml)	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Phénol (ml)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acide sulfurique (ml)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Concentration <math>\mu\text{g/ml}</math></b>	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72

(méthode Dubois, 1956)

#### **Détermination de la matière grasse :**

Cette méthode est la même que celle utilisée pour le cheddar.

#### **Détermination de la teneur en azote total :**

Cette méthode est la même que celle appliquée pour le cheddar.

### ➤ **Méthodes d'analyses microbiologiques**

Le contrôle microbiologique permet de garantir la sécurité et la salubrité des aliments. Il permet d'éviter la présence de microorganismes pathogènes dans les produits afin de ne pas risquer une altération de la qualité hygiénique des produits finis ou, au moins de détecter des microorganismes s'ils sont présents dans les produits finis avant leur commercialisation. (Multon, 1994).

Il s'applique à la chaîne alimentaire depuis la production primaire jusqu'à la production finale.

Les analyses microbiologiques portent essentiellement sur la détection et le dénombrement des germes pathogènes dans le produit fini. Ces germes largement répandus dans la nature peuvent contaminer tous les aliments dont les fromages et entraîner des toxi-infections alimentaires ou des intoxications.

### **Echantillonnage**

#### ➤ Poudre du lait, beurre, eau, cheddar et produit fini :

L'échantillon est préparé à partir de la quantité du produit à analyser qu'on a prélevé auparavant, on pèse 25 g dans un récipient stérile pour la préparation de la solution mère.

#### **Préparation des solutions mères et des dilutions décimales**

#### ➤ Cas des produits solides :

Après avoir effectué notre échantillonnage, on prépare les solutions mères et les dilutions de chaque produit (Poudre du lait, beurre, cheddar et fromage fondu).

Le but de ces dilutions est de faciliter la lecture en diminuant la charge microbienne dans une boîte de pétri contenant un milieu de culture. Nos dilutions sont effectuées jusqu'à 1/1000 soit ( $10^{-3}$ ).

Dans un flacon de 225ml de solution TSE (Tryptone Sel Eau), 25 g du produit à analyser ont été introduit aseptiquement.

Homogénéisation de la solution par des mouvements de va et de vient. Cette solution mère correspond à une dilution de  $10^{-1}$ .

À partir de cette solution mère, les dilutions décimales ont été préparées comme suit :

- dans un tube à essai contenant 9 ml de diluant TSE, on a introduit aseptiquement 1 ml de la solution mère précédente afin de réaliser une solution de 1/100 ( $10^{-2}$ ).

- à l'aide d'une nouvelle pipette stérile, on a prélevé ensuite 1 ml de la dilution  $10^{-2}$  et on l'a introduit dans un tube contenant 9 ml de TSE, ce qui donnera la dilution 1/1000 ( $10^{-3}$ ).
- Cas des produits liquides : Lactosérum et l'eau de procès.

On met notre lactosérum dans un erlenmeyer stérile, ce qui constitue donc la solution mère (SM).

Pour réaliser les solutions décimales on procède de même manière que dans le cas des produits solides

Remarque :

Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer les pipettes entre chaque dilution.

Contrairement à cela, lors de l'ensemencement, il est recommandé de commencer par la faible dilution, dans le but de ne pas changer de pipettes.

**Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus***

Les *Staphylococcus aureus* appartiennent à la famille des *Micrococcaceae*. Ce sont des cocci à Gram positif, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers, coagulase, protéase et catalase positives. (Bourgois et al., 1996).

C'est un germe pathogène capable de produire une entérotoxine pouvant causer une intoxication alimentaire.

Sa recherche permet de savoir si le produit présente des risques d'atteinte à la santé du consommateur.

L'enrichissement sur Giolitti Contonii est basé sur le principe de l'inhibition par tellurite de potassium et le chlorure de lithium des bacilles et la plupart des micrococques.

Le milieu d'isolement Chapman, grâce à son taux élevé en NaCl (7.5%) permet aux staphylocoques de se développer.

Au moment de l'emploi, on ouvre aseptiquement le flacon de 225 ml contenant le milieu Giolitti Cantoni pour y ajouter 15 ml de la solution de Tellurite de potassium. On mélange soigneusement. Le milieu est alors prêt à l'emploi.

À partir des dilutions décimales retenues, on porte aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile. On ajoute par la suite environ 15ml du milieu d'enrichissement. On mélange le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48h.

Seront considérés comme positifs, les tubes ayant virés au noir.

Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'un isolement sur milieu gélose Chapman préalablement fondu, coulée en boîtes de pétri et bien séchée.

Les boîtes de Chapman ainsiensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48h. Après ce délai, on va repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une coagulase et d'une catalase.

### **Recherche des Clostridiiums sulfito-réducteurs : (N.A N°12 97 73)**

Les Clostridiiums sulfito-réducteurs sont des germes appartenant à la famille des *bacillaceae* (bacille + cocci sporulée), des bactéries telluriques, Gram (+), catalase (-), mobile, anaérobies stricts et généralement mésophiles, mais supportent les variations du pH et de température, et dont quelques espèces sont thermophiles.

Ils sont souvent utilisés comme des indicateurs pour l'appréciation de la qualité hygiénique. Leur dénombrement s'effectue par inoculation profonde dans le milieu VF (viande-foie), contenant du sulfite du sodium et l'alun de fer.

Leur présence dans les produits laitiers est à l'origine d'intoxication alimentaire.

Au moment de l'emploi, on fait fondre un flacon de gélose Viande foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis on ajoute une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de sulfite de sodium.

On mélange soigneusement et aseptiquement. Le milieu est ainsi prêt à l'emploi.

Les tubes contenant les dilutions  $10^{-3}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-1}$  seront soumis :

- d'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes,
- puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet afin d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

A partir de ces dilutions, on met aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles, puis on ajoute environ 15 ml de gélose VF prête à l'emploi, dans chaque tube comme l'indique l'. Enfin on laisse se solidifier sur paillasse pendant 30 minutes.

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 16, 24 ou au plus tard 48 heures.

### Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

La présence des coliformes indique le plus souvent une contamination par défaillance technologique ou hygiénique (pollution d'origine fécale). Ils se distinguent des autres entérobactéries par leur aptitude à fermenter le lactose, mais elle n'est pas particulière à ce groupe, pour cela leur détection est rendu sélective par l'utilisation de la Gélose Désoxycholate d'un après incubation à 37°C pendant 24 heures.

A partir des dilutions décimales  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , on ensemence aseptiquement 1ml de chaque dilution dans une boîte de pétri dans un milieu préparée a cet usage et numérotée comme l'indique l'

Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution car :

- la première série de boîtes sera incubée à 37°C et sera réservée à la recherche des coliformes totaux.
- la deuxième série de boîtes sera incubée à 44°C et sera réservée à la recherche des coliformes fécaux.

On complète ensuite avec environ 15 ml de gélose Désoxycholate à 1‰ fondue puis refroidie à  $45 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va et vient en forme de « 8 » pour bien mélanger la gélose à l'inoculum. Puis on laisse solidifier les boîtes sur paillasse puis couler à nouveau environ 5 ml de la même gélose ; cette double couche va bloquer le développement des germes aérobies qui en se multipliant vont fausser la lecture.

Les boîtes seront donc incubées couvercle en bas pendant 24 à 48 heures à :

- 37 °C pour la première série (recherche des coliformes totaux).
- 44°C pour la deuxième série (recherche des coliformes fécaux).

### Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

La recherche des streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe « D » de la classification de Lancefield, se fait en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP).

Cette technique fait appel à deux tests consécutivement à savoir :

- le test de présomption : qui se fait sur milieu de Rothe S/C.
- le test de confirmation : qui se fait sur milieu Eva Lytsky.

❖ Test de présomption :

On préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe S/C à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , on porte aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée. On mélange l'inoculum dans le milieu.

L'incubation se fait à  $32^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures.

Remarque :

Aucun dénombrement ne serait à ce stade, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

❖ Test de confirmation :

Chaque tube de Rothe positif fera donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée sur tube contenant le milieu Eva Lytsky. On mélange l'inoculum dans le milieu.

L'incubation se fera à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures.

Sont considérés comme positifs les tubes d'Eva présentant à la fois :

- Un trouble microbien et / ou
- Une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

Le nombre de streptocoques fécaux est exprimé par le NPP selon la table de Mac Grady.

**Recherche et dénombrement des germes totaux : (N.A N°12 97 73).**

Appelés aussi « Flore totale » ou nombre très approximatif des germes qui se trouvent dans les produits alimentaires.

Ces micro-organismes peuvent par leurs quantités dégrader la denrée, altérer sa qualité marchande et provoquent des troubles digestifs ou allergiques chez le consommateur.

La flore peut être saprophyte ou pathogène, originelle ou apportée lors des manipulations.

Cette technique permet le dénombrement de la flore mésophile totale susceptible de donner des colonies visibles en se développant en anaérobiose et dont la propriété est d'avoir un optimal de croissance.

À partir des dilutions décimales allant de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , on porte aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et numérotée comme l'indique l'. On complète ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA fondue puis refroidie à  $45 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . On va

faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.

On laisse solidifier sur paillasse, puis on rajoute une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses. Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures avec lecture à intervalle de 24 heures.

### Recherche des levures et moisissures

#### Les levures :

Les levures sont des champignons microscopiques, se présentent sous formes unicellulaires. Les cellules sont généralement ovoïdes et leurs tailles varient de quelques microns jusqu'à 25 à 30 microns. Certaines levures peuvent former des associations cellulaires (Pseudo-mycélium) ou se présentent sous forme filamenteuses mycélium à certains stades de leurs vies (**Bourgeois et al., 1996**).

#### Les moisissures :

De nombreux champignons filamenteux appelés souvent moisissures. Elles sont aérobies, en général acidophiles (pH compris entre 3 et 7) et mésophiles (température optimale 20 à 30°C), cependant certaines espèces sont osmophiles. Ils ont un besoin en eau faible par rapport aux autres micro-organismes et peuvent se développer sur des aliments à faible teneur en eau. Leurs métabolismes peut être oxydatif mixte. (**Bourgeois et al. 1996**)

Le dénombrement est réalisé sur milieu O.G.A (Oxytetracycline Glucose Agar) qui permet la croissance de toutes les levures et moisissures rencontrées dans les produits alimentaires tout en inhibant totalement le développement des bactéries.

A partir des dilutions décimales retenues (de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ ), on porte 0,1 ml par dilution sur la boîte d'O.G.A correspondantes puis les étaler à l'aide d'un râteau stérile en commençant par la plus haute dilution .

L'incubation de ces boîtes se fait à 22°C, donc à température ambiante, couvercle vers le bas pendant 5 jours.

**Analyse sensorielle :**

Par cette analyse, la qualité de nos produits alimentaires a été en partie évaluée, tout en sachant que la notion de qualité est à priori subjective puisque le meilleur test d'évaluation est le consommateur.

Pour juger et contrôler la qualité des produits alimentaires, on fait appel à des critères et à des méthodes d'évaluation de divers types (**Cheftel *et al.* 1977**). Parmi ces critères, nous pouvons citer :

- Les jurys de dégustation.
- L'expérimentation animale permettant d'étudier la valeur nutritionnelle et d'établir l'absence de toxicité.
- Les analyses microbiologiques.
- Les analyses chimiques et biochimiques.
- Certaines mesures physico-chimiques (activité de l'eau, pH,...).
- Certaines mesures physiques (couleur, rhéologie, ...).

**Principe du test :**

Le test que nous avons effectué est basé sur un certain nombre de remarques notées sur une fiche de dégustation proposée aux dégustateurs .il s'agit de présenter aux dégustateurs les quatre échantillons.

Donc, il faut servir aux sujets une quantité suffisante qui leur permettra de déguster autant de fois qu'ils le désirent. Les assiettes ont été numérotées de 1 à 4, mais cette numérotation ne correspond pas aux deux types de fromage.

Pour neutraliser les impressions gustatives, il est nécessaire de se rincer la bouche avec de l'eau à chaque dégustation.

La salle dans laquelle s'effectue la dégustation doit être éclairée et bien aérée.

Le jury était composé de 42 personnes. Les membres de jury ne doivent pas fumer avant et pendant la dégustation, ils ne doivent surtout pas avoir faim, ni soif, ni être malade, ni consommer des aliments à parfum fort (café).Une influence réciproque des dégustateurs par des paroles, des gestes ou des copiages est interdite.

A la fin du test, les résultats sont rassemblés, comparés et discutés

# Chapitre

# IV

---

## *Résultat et discussion des mémoires*

---

## 1. Analyse physicochimique

### 1.1. Matières premières

- Les analyses physico-chimiques des matières premières utilisées sont mentionnées dans le tableau suivant.

**Tableau N°1(mémoire 1) : Analyses physico-chimiques des matières premières**

	Poudre du lait		Beurre		Cheddar	
	Échantillon	Normes AFNOR(1986)	Echantillon	Normes AFNOR (1986)	Echantillon	Normes AFNOR (1986)
pH	6,7	6,5-675	6,6	6 Max.	5,22	5,1-5,5
Acidité	16,5(°D)	15-18(°D)	0,28%	0,35 Max.	*	*
N.G (%)	*	*	2,2	2	*	*
M.G %	25,5	26	83	80 Min.	34	30,5 Min.
EST %	96,4	96	85.2	84 Min.	61,3	61 Min.
H%	3,6	< 4	14.8	16 Max.	38,7	39 Max.

\* Analyses non effectuées au niveau de l'unité.

- Les résultats de la détermination de l'extrait sec total (EST), de l'humidité (H) et de la teneur en matière grasse (MG) de la poudre de lait, du lactosérum, de l'amidon et de la caséine sont portés tableau II. Ceux du cheddar, de la pâte pressée ainsi que de la matière grasse végétale

**Tableau N°1(mémoire 2) : Résultats de quelques paramètres physicochimiques de l'ensemble des poudres**

Matières premières	EST %	H %	AFNO R V 04 - 207	MG %	AFNO R V 04 - 210
Poudre de lait	97,5	2,5	H ≤ 2,5 %	26	26 %
Lactosérum en poudre	98	2	H ≤ 5 %	/	/
L'amidon	97,32	2,6 8	H [2% - 3%]	/	/
Caséine en poudre	97,19	2,8 1	H [2% - 3%]	/	/

Pour (mémoire 1)

Les résultats relatifs aux analyses physico-chimiques de la poudre de lait montrent que :

Le pH répond parfaitement aux normes AFNOR (1986) qui le situe entre 6.5 et 6.75.

L'acidité qui est un indice de l'auto-oxydation des lipides et de la présence d'acides gras libres, donnerait un goût de rance à la poudre de lait que nous n'avons pas observé. Cette acidité est de 16°Dornic et conforme aux normes (15- 18°D).

La poudre de lait utilisée au niveau de l'unité à un taux de 26 % de matière grasse, cette teneur a été adaptée durant le processus de fabrication pour éviter les risques d'auto-oxydation rapide de la matière grasse durant la conservation en évitant la prolifération de la flore lipolytique.

Pour ce qui est de l'humidité, les normes AFNOR la fixent à 4% car c'est un paramètre important dans la conservation.

Notre résultat qui est de 3.6 % est en accord avec cette norme.

En ce qui concerne l'extrait sec total, il évolue dans le sens inverse de l'humidité.

Le beurre est conforme aux normes. Son taux de matière grasse est de 83%, sa teneur en humidité est de 14,8%, son acidité grasse est de 0,28% et son pH est de 6,6.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectués sur le cheddar montrent que : La

valeur du pH est de 5,22, et est en accord avec la norme **AFNOR (1986)**.

Selon **Eck (1987)**, le rôle du pH est essentiel pour plusieurs raisons :

- Du point de vue organoleptique, il joue un rôle très important sur la texture et le goût.
- Il est favorable au développement des levures et moisissures qui ont une grande affinité pour les milieux acides.
- Il maintient l'équilibre chimique du produit.
- Il joue un rôle important comme régulateur du milieu (acido-basique).
- Il est considéré comme un paramètre très important dans la conservation du produit (il empêche le développement des microorganismes constituant la flore interne et superficielle).

Le cheddar est riche en M.G, la norme est de 30,5% au minimum. Elle peut atteindre une valeur de 34% tel qu'il est mentionné dans nos résultats.

L'EST augmente au cours de l'affinage par suite d'une perte d'eau par le phénomène d'évaporation (où diminution de l'humidité).

La norme AFNOR (1986) fixe l'extrait sec total à 61% au minimum ; nous remarquons que notre résultat est de 61,3%, ce qui est en accord avec cette norme.

La teneur en eau est en relation avec l'extrait sec, et évolue dans le sens inverse.

Pour (mémoire 2)

Les résultats de l'humidité obtenus pour le contrôle physico-chimique du lait et du lactosérum en poudre ainsi que de l'amidon et de la caséine en poudre sont respectivement de 2,27 %, 2 %, 2,68 % et 2,81%. Ces résultats sont jugés satisfaisants du fait de leur conformité à la norme AFNOR.

D'après le collectif international (2008), le lait en poudre est du lait déshydraté qui contient un maximum de 2,5 % d'humidité pour le lait entier. Au-delà, les microorganismes ont une plus grande chance de s'y développer (Wybauwet Leduc, 2005). Ainsi qu'une cristallisation du lactose contenu dans le lait (FAO, 1995). Ce phénomène de cristallisation se produit même pour le lactosérum en poudre si sa valeur d'humidité dépasse 5 % (Meyer, 1999).

La valeur de la teneur en matière grasse obtenue pour le lait en poudre est de 26 %, celle-ci est conforme à la norme AFNOR. D'après Vignola (2002) et le collectif international (2008), la poudre de lait entier doit contenir un minimum de 26 % de gras.

**Tableau N°1(mémoire 2) :** Résultats de quelques paramètres physico-chimiques du cheddar, de la pâte pressée ainsi que de la matière grasse végétale

<b>Matières premières</b>	<b>EST %</b>	<b>AFNOR V 04 - 207</b>	<b>MG %</b>	<b>AFNOR V 2706 - 1992</b>
Cheddar	60	60 - 69	34	30 - 38
Pâte pressée	53	50 - 55	29	25 - 30
M.G.V	99	95 - 99	100	100

La détermination de l'extrait sec du cheddar et de la pâte pressée a donné respectivement les valeurs de 60 % et 53 % qui sont conformes à la norme AFNOR.

Pour la détermination de la teneur en matière grasse du cheddar, nous avons obtenu une valeur de 34 % qui est conforme à la norme AFNOR. Il en est de même pour la teneur en matière grasse de la pâte pressée qui est de 29 %.

Concernant la matière grasse végétale, nous avons obtenu une valeur de 99 % d'extrait sec et 100 % de la teneur en matière grasse. Ces résultats sont jugés conformes à la norme AFNOR.

1.2. Eau de procès

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau utilisée dans la fabrication du fromage fondu sont représentés dans le tableau N°2

Tableau N°2 : résultats des analyses physico-chimiques de l'eau utilisée.

(Mémoire 1)			(Mémoire 2)		
Analyses	Echantillon	Normes OMS	Paramètres	Résultats	JORA (1998)
pH	7,1	6,5-8,5	pH	7,72	6,5 - 9
TA (F°)	0	0	Dureté	15,5°F	≤ 20°F
TAC (F°)	26	29	Conductivité	610 μs/cm	≤ 2800 μs/cm
			Ions chlorure	21,3 mg/l	≤ 500 mg/l

• Pour (mémoire 1)

Il apparait que le titre alcalimétrique simple (TA) correspond à 0, cela se traduit par une absence de carbonates dans l'eau.

La valeur du titre alcalimétrique complet (TAC), semble inférieur à la norme ce qui indique une faible teneur en bicarbonates.

En effet, la précipitation des sels de CaCO<sub>3</sub> contenus dans l'eau forment le tartre qui implique souvent des problèmes tels que :

- diminution du débit d'eau.
- les dépôts formés peuvent fixer les souillures et servir de base au développement des microorganismes.
- corrosion des parties métalliques.
- rétrécissement progressif des canalisations et des buses d'injection.

• Pour (mémoire 2)

Les résultats de l'analyse de l'eau de process ont révélé un pH de 7,72 et une dureté de 15,5°F. Ces résultats sont conformes à la norme du JORA (1998).

Selon Vierling (2008), la dureté indique la teneur globale de l'eau en sels de calcium et

de magnésium qui la rendent dure. La dureté obtenue est selon Bellin (2009) moyennement dure du fait qu'elle est comprise entre 15 et 30°F. Brémaud et *al.* (2006) rapporte qu'il n'y a aucun danger à boire une eau dure, cependant, une eau trop dure peut présenter des inconvénients d'utilisation domestique et industriel, en effet, le calcaire peut se déposer sous une forme solide sur les parois des canalisations, des chaudières. A l'inverse, une eau trop douce est une eau corrosive qui ronge les parois des canalisations favorisant la formation de fuites.

La valeur du pH est moyennement élevée du fait de l'élévation de la dureté. En 2008, Chaumeton énonce que la modification de la dureté d'une eau s'accompagne d'une modification du pH, en augmentant la dureté on élève le pH, et inversement.

La mesure de la conductivité a permis d'obtenir une valeur de 610  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , celle-ci est conforme à la norme du JORA (1998). La conductivité d'une eau permet d'apprécier la minéralisation de celle-ci ; une eau douce accusera généralement une

### 1.3.Produits finis

Les résultats des analyses physico-chimiques des deux Fromages sont mentionnés dans le tableau N°3.

**Tableau N°3(mémoire 1) : analyses physico-chimiques des deux types de Fromages**

Types de fromages	Fromage Fondu	Spécialité fromagère
Analyses		
<b>pH</b>	5.75	5.80
<b>EST (%)</b>	43.3	42
<b>Matière grasse (%)</b>	18	19
<b>Matière Grasse/extrait sec(%)</b>	41.57	45.23
<b>Taux de Protéines (%)</b>	11.55	9.02
<b>Taux de Glucides (%)</b>	10.03	11.69
<b>Humidité(%)</b>	50.6	55.8

\* Analyses non effectuées au niveau de l'unité.

**Tableau N°3(mémoire 2) : Résultats de quelques paramètres physico-chimiques du produit fini**

Paramètres	Résultats	spécifications	Normes
<b>Extrait sec total</b>	36,21 %	> 25 %	AFNOR V 04 – 282
<b>Matière grasse</b>	15 %	15 %	AFNOR 2706 – 1992
<b>M.G/E.S.T</b>	41,42 %	≥ 40	AFNOR 2706 – 1992
<b>pH</b>	5,70	5,5 – 5,7	JORA (1998)

Pour mémoire 1 :

Le tableau n°3 présente les résultats suivant :

Une stabilité du pH pour les deux types de fromages .En effet, l'ajustement du pH lors de la formulation du fromage fondu constitue une étape importante dans le procédé de fabrication. Cet ajustement permet d'obtenir un produit à consistance uniforme et sans

variation dans le goût recherché. Pour cela, les sels de fonte permettent par leur pouvoir tampon d'ajuster le pH du produit à la bonne valeur. Toutefois la plage de pH toléré se situe entre 5.2 et 6.2 en dehors de laquelle les qualités de texture et de consistance ne peuvent pas être atteintes (**Karahadian,1984**)

Le rapport matière grasse sur l'extrait sec total permet d'apprécier d'une façon précise la teneur en matière grasse dans 100 g d'extrait sec total. Il est important de le mentionner avec nos résultats car il permet d'exprimer une large gamme de texture : fluide à ferme, tartinable à tranchable, onctueux à croquant.

Les différents rapports G/S augmentent sensiblement au fur et à mesure en fonction des quantités de matière première utilisés dans les deux types de fromage.

Cette augmentation est due à l'amidon incorporé dans la spécialité fromagère qui augmente la valeur de l'extrait sec total. D'autant plus, on note une légère augmentation du taux de la matière grasse de ce dernier, cela est dû à l'ajout de la graisse végétale contenant une petite quantité de MG.

Pour ce qui est des protéines, les résultats nous montrent nettement une augmentation d'un type de fromage à un autre en fonction de la quantité et la qualité de beurre utilisé (soit graisse végétale pour la spécialité fromagère et le beurre pour le fromage fondu).

Toutefois, les mêmes résultats montrent une élévation très nette du taux de sucres qui passe de 11.69% dans la spécialité fromagère comparé à 10.09% pour le fromage fondu, ce résultat est justifié par la richesse de la spécialité fromagère en amidon ; ce dernier présente l'avantage de procurer un aspect onctueux et une viscosité élevée avec un bon rendement dû au gonflement des granules d'amidon réticulé (E1422) suite à l'absorption de l'eau (**Mounsey et O'riodan, 2001**)

Pour mémoire 2 :

La valeur de l'extrait sec obtenue du produit fini est de 36,21% d'où sa conformité à la norme AFNOR et à celle du Journal Officiel français (2007).

La mesure du pH a révélé une valeur de 5,7 qui est jugée satisfaisante à la norme AFNOR. La plage du pH tolérée se situe entre 5,2 et 6,2 en dehors de laquelle, les qualités de texture et de consistance ne peuvent pas être atteintes, en effet, au-dessous de 5, la texture de la spécialité fromagère est friable, au-dessus de 6,5, elle est molle (Eck et Gillis, 1997). Concernant la teneur

en matière grasse déterminée, nous avons obtenu un pourcentage de 15, cette valeur rentre dans la conformité de la norme AFNOR.

**2. Analyses microbiologiques**

**2.1. Matières premières**

pour mémoire 1 :

On a utilisé le même échantillon pour tous nos essais c'est-à-dire le même cheddar, le beurre, graisse végétale et la poudre du lait pour le fromage fondu et spécialité fromagère.

**Tableau N°4: Résultats d'analyses microbiologiques des matières premières**

Matières premières	cheddar		Poudre de lait		beurre	
	Echantillon	Normes JORA (1998) Germes/g	Echantillon	Normes (JORA, 1998) (germes/g)	Echantillon	Normes AFNOR (1986)(germes/g)
Germes totaux	90	<3000	3.10 <sup>3</sup>	Max 2.10 <sup>5</sup>	35	≤ 100
Coliformes totaux	Absence	<100	Absence	Max 1	Absence	10
Coliformes fécaux	Absence	10	Absence	Absence	Absence	Absence
Staphylococcus aureus	Absence	100	Absence	Max 10	Absence	10
Clostridium sulfito-réducteur	Absence	01	Absence	Absence	Absence	01
Levures et moisissures	Absence	1000	Absence	50 – 100	Absence	Absence

Les résultats des analyses microbiologiques du cheddar résumés dans le tableau N°4 montrent l'absence de tous les germes recherchés sauf pour les germes totaux, on constate une présence de 90 germes / gramme; qui est une quantité négligeable (<3000), pour cela notre cheddar est conforme aux normes, ce qui témoigne de la bonne qualité de la matière première et du respect des conditions de stockage.

D'après les résultats du tableau N°4, la poudre de lait destinée à la production du fromage fondu est de bonne qualité bactériologique si on se réfère sur les normes du JORA (1998).

Les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus montrent une absence totale des germes recherchés dans le beurre, ceci nous amène à dire que le beurre utilisé est de bonne qualité microbiologique, toutefois le beurre étant stocké dans de bonnes conditions au niveau de l'unité, nous n'avons pas noté ni d'odeur de rancissement, ni de changement de couleur ; ce qui aurait été un signe d'oxydation (peroxydation et acidité).

Pour mémoire 2 :

Le tableau 5, résume les résultats du contrôle microbiologique du cheddar, pâte pressée, matière grasse végétale, poudre de lait, lactosérum en poudre, l'amidon ainsi que la caséine en poudre.

<b>Germes recherchés (germes/ml)</b>	<b>Résultats</b>	<b>JORA (1998)</b>
Germes mésophiles totaux à 30°C	Absence	$\leq 10^2$
Coliformes totaux à 37°C	Absence	< 10
Coliformes fécaux à 44°C	Absence	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i> à 37°C	Absence	Absence
Anaérobies sulfite-réducteurs à 37°C	Absence	Absence
Levures et moisissures à 22°C	Absence	< 10

Les résultats du contrôle microbiologique des différentes matières premières ont révélé une absence totale des germes recherchés, ces résultats sont conformes à la norme du JORA (1998). Ceci est expliqué par les bonnes conditions de stockage qui assurent une bonne conservation des matières premières. (Mautrait et Raoult (2009)).

Selon FAO (1996), une poudre de lait de bonne qualité microbiologique ne doit pas contenir des germes pathogènes comme les staphylocoques, de toxines, et de microorganismes capables de nuire à sa conservation ou à son utilisation.

Selon (Cheftel et *al.* (1977), les matières premières doivent faire l'objet d'une surveillance attentive, qui permet de refuser celles qui ne seraient pas dans un état satisfaisant.

## 2.2.Eau de procès pour mémoire 1

L'eau intervient dans notre alimentation. Elle peut être utilisée en tant qu'un aliment de base ou comme ingrédient. L'eau consommée directement doit satisfaire des critères de potabilité assurant la protection du consommateur.

L'eau est considérée comme un vecteur possible des germes dangereux, provoquant des maladies à transmission hydrique.

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau sont représentés dans le tableau 6

**Tableau 6** : résultats des analyses microbiologiques de l'eau de procès

<b>Eau</b> <b>Analyses</b>	<b>Echantillon</b>	<b>Normes JORA (1998)</b>
<b>Germes totaux /ml</b>	2	20
<b>Coliformes fécaux /100ml</b>	Abs	Abs
<b><i>Staphylococcus aureus</i>/ml</b>	Abs	Abs
<b>Streptocoques fécaux/50ml</b>	Abs	Abs
<b><i>Clostridium sulfito-réducteur</i>/ml</b>	0	<5

D'après nos résultats, nous remarquons que l'eau utilisée pour la fabrication de fromage fondu pasteurisé ne contient pas de germes pathogènes tels que : *Staphylococcus aureus*, Streptocoques fécaux, coliformes fécaux, ainsi que la flore banale (germes totaux).

Donc, les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau utilisée dans la fabrication du fromage fondu montrent qu'elle répond aux critères de potabilité.

Pour mémoire 2 :

Les résultats du contrôle microbiologiques de l'eau de process sont portés tableau 7 .

**Tableau 7** : Résultats du contrôle microbiologique de l'eau de process

<b>Germes recherchés</b>	<b>Résultats</b>	<b>JORA (1998)</b>
Germes mésophiles totaux à 25°C	Absence	≤ 20 germes / ml
Coliformes totaux à 37°C (germes/100 ml)	Absence	< 10
Streptocoques fécaux à 37°C (germes/100 ml)	Absence	Absence
Anaérobies sulfito-réducteurs à 37°C (germes/20 ml)	Absence	Absence

Les résultats du contrôle microbiologiques ont révélé une absence totale des microorganismes recherchés dans l'eau, d'où leur conformité à la norme du JORA (1998). Cette absence montre la bonne qualité hygiénique et microbiologique obtenue par l'efficacité de son traitement, mais également à la fréquence et au bon déroulement du nettoyage des cuves de stockage ainsi qu'au soin particulier apporté à la propreté des canalisations et des joints (Martini, 2006).

D'après Petransxiene et Lapied (1981), une eau est dite potable lorsqu'elle n'est pas susceptible de porter atteinte à la santé de tous ce qui la consomme, et rajoutent Grosclaude (1999) qu'elle ne doit pas contenir d'organismes pathogènes en particulier de coliformes, de coliformes thermotolérants et de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau prélevée, elle ne doit pas contenir plus d'une spore de bactéries anaérobies sulfito-réductrices par 20 ml d'eau prélevée.

### 2.3. Produits finis

#### pour mémoire 1 :

L'analyse bactériologique du produit fini doit être considérée comme un test de vérification d'hygiène de fabrication.

Il est essentiel de maîtriser les paramètres qui agissent sur la contamination du produit fini, qui peut être due d'une part à la qualité des matières premières, d'autre part à la présence ou au développement des micro-organismes au cours de la chaîne de fabrication.

Le tableau N°8 donne les résultats d'analyses microbiologiques des deux types de fromages.

**Tableau N°8:** Résultats d'analyses microbiologiques des deux types de fromages

<b>Echantillon</b> <b>Analyses</b> <b>microbiologiques (germes/ g)</b>	<b>Fromage</b> <b>fondu</b>	<b>Spécialité</b> <b>fromagère</b>	<b>Normes</b> <b>JORA (1998)</b> <b>Germes/ gr</b>
<b>Germes totaux</b>	180	300	<3000
<b>Coliformes totaux</b>	Absence	Absence	<100
<b>Coliformes fécaux</b>	Absence	Absence	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	Absence	100
<b>Clostridium sulfito-réducteur</b>	Absence	Absence	01
<b>Levures et moisissures</b>	38	57	1000

En ce qui concerne le produit fini, on note une absence totale des germes pathogènes à l'exception des levures et moisissures, dont la présence est due aux causes suivantes :

- Soit la pasteurisation a été insuffisante pour tuer les spores.
- Soit une contamination par l'atmosphère de l'atelier vu que le produit est sans couvercle dès sa sortie du pétrin et lors du conditionnement.
- Soit due à une insuffisance ou une inefficacité du nettoyage et de la désinfection des machines tels que le broyeur et le mélangeur.
- Soit due à un mauvais prélèvement, mauvaise manipulation ou une contamination par le personnel (Guiraud,et Galzy , 1998).

pour mémoire 2 : Les résultats du contrôle microbiologique du produit fini sont portés tableau 9

**Tableau 9:** Résultats du contrôle microbiologique du produit fini

Germes recherchés (germes/ml)	Résultats	JORA (1998)
Germes mésophiles totaux à 30°C	Absence	$\leq 10^2$
Coliformes totaux à 37°C	Absence	< 10
Coliformes fécaux à 44°C	Absence	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i> à 37°C	Absence	Absence
Anaérobies sulfito-réducteurs à 37°C	Absence	Absence
Levures et moisissures à 22°C	Absence	< 10

L'analyse microbiologique du produit fini a confirmé les résultats du contrôle microbiologique des matières premières ainsi que l'eau de process, vu que le produit fini ne contient aucun germe recherché d'où sa conformité à la norme du JORA

(1998). Ceci peut être dû au respect d'hygiène par le personnel, qui peut être à l'origine d'une source de contamination non négligeable, ainsi qu'à l'efficacité de la stérilisation (UHT) appliquée à la spécialité fromagère qui permet l'élimination des microorganismes par leur destruction (Meyer et *al.*, 2004).

Cette absence de germes peut être expliquée aussi par la présence des sels de fonte qui, selon (Loessner et *al.*, 1997) peuvent inhiber très nettement la multiplication de plusieurs espèces de *Salmonella*, des bactéries à Gram positif y compris : *Staphylococcus aureus*, *aureus*, *botulinum*. *Bacillus subtilis*, *Clostridium sporogenes* et *Clostridium*



La spécialité fromagère est considérée comme un milieu acide, cela est dû au pH acide des sels de fonte ainsi que de la caséine. Cette acidité s'oppose au développement des microorganismes (Sallé, 2004).

### 3.Valeur nutritionnelles

Mémoire 1.

**Tableau N°16 :** Valeur nutritionnelles du produit finis

	<b>Fromage fondu</b>	<b>Spécialité fromagère</b>
<b>Protéines %</b>	11.55	9.02
<b>Lipide %</b>	18	19
<b>Glucide %</b>	8	12
<b>Ca<sup>2+</sup> (mg/100g de produit)</b>	610	580
<b>Valeur énergétique (Kcal)</b>	241.6	255.8

Les valeurs énergétiques de nos fromages sont toutes deux proches de 250 Kcal, Cependant l'atout majeur du fromage fondu est sa richesse en calcium (610 mg/100g), ainsi que le taux de glucide qu'est remarquablement présent dans la spécialité fromagère (12%).

#### 4.Étude économique

(mémoire 1)

Après avoir évalué la valeur nutritionnelle, la qualité organoleptique et hygiénique de notre fromage, il est nécessaire d'évaluer son prix de revient (Tableaux 17 et 18).

Celui-ci s'obtient en additionnant les frais fixes (énergie, main d'œuvre, etc.) et le prix de l'emballage au prix de revient de la matière première.

Le Tableau 18 indique les prix unitaires des ingrédients de notre fromage.

**Tableau 17** : Les prix unitaires des ingrédients d'un fromage (Fromagerie Berbère, 2016.)

<b>Ingrédients</b>	<b>Prix unitaire en DA/ Kg</b>
Cheddar	520
Poudre de lait	300
Beurre	600
Sels de fonte	340
Pré- fonte	200
Matière grasse végétale	180
Amidon modifiée	320

**Tableau 18** : le prix de revient de fromage fondu et spécialité fromagère non conditionné.

Matière première	Quantités (kg) Fromage fondu	Quantités (kg) spécialité fromagère
<b>Cheddar</b>	15	13
<b>Poudre de lait</b>	16	16
<b>Beurre</b>	05	00
<b>Sels de fonte</b>	1.6	1.6
<b>Pré- fonte</b>	2	2
<b>MGV</b>	00	8
<b>Amidon</b>	00	3
<b>Eau</b>	40	48
<b>Sel de table</b>	0.25	0.25
<b>Prix de revient du fromage non conditionné</b>	<b>191.95 Da/kg</b>	<b>150.35Da/kg</b>

Selon le prix de revient de la matière première utilisée, le fromage fondu a été évalué à un prix de 191.95 Da /kg; par rapport à la spécialité fromagère qui est de 150.35Da/kg. Nous remarquons ici une différence de 27% de prix.

Ce travail intéressera sans doute toutes les fromageries pour augmenter leur chiffre d'affaire puisque leur rendement est supérieur. Mais il ne faut pas rester dans le contexte de prix seulement il faut travailler qualité, quantité et cout.

---

# ***Conclusion***

---

## Conclusion générale

---

Les deux fromages (fromage fondu et spécialité fromagère) sont des produits de haute qualité énergétique et gustative, constituent l'un des principales sources alimentaires en calcium, protéines, lipides, et vitamines rééquilibrant ainsi dans un sens plus favorable la ration alimentaire du consommateur. Cette étude a été conduite dans le but de l'appréciation de la qualité des fromages fondus et spécialité fromagère. Et la détermination de l'impact de l'incorporation de l'amidon réticulé sur la viscosité et les propriétés d'écoulements ainsi que sur la texture d'une spécialité fromagère en visant une meilleure compréhension des phénomènes physicochimiques intervenant pendant la fonte des fromages et leurs influence sur les caractéristiques sensorielles du produit fini.

Pour les résultats des deux mémoires l'analyse physicochimiques des produits finis sont conformes aux normes exigées et ils ont une qualité physicochimique satisfaisante.

Grâce aux propriétés des sels de fontes, par leur pouvoir tampon, qui justifient le PH en adéquation avec la plage tolérée qui le situe entre 5.2 et 6.2. Au cours de la conservation notre PH tend à se diminuer légèrement celui-ci s'appuie notamment sur le fait que la flore acidifiante transforme graduellement le lactose en acide lactique.

Pour l'extrait sec, il est à son tour sujet à une diminution très nette soit 42% à cause de l'injection des quantités importantes de l'eau respectivement 48 litres pour la spécialité fromagère et 40 litres dans le fromage fondu dont on a enregistré un taux de 43.3 % ce qui donne une texture différente dans les deux cas.

Les résultats du taux des protéines, révèlent une augmentation d'un type de fromage à un autre soit 11.55% pour le fromage fondu et 9.02% pour la spécialité fromagère cette teneur est justifiée par l'acquisition des différentes matières premières qui entrent dans la composition des deux fromages.

Certes, le taux de sucre augmente pour la spécialité fromagère par le fait d'incorporation de l'amidon réticulé, la présence d'une quantité d'eau suffisante accompagné d'un traitement thermique à 90 °C permet la dissolution des granules d'amidon, ce qui procure au fromage un

## Conclusion générale

---

aspect onctueux et une viscosité élevée.

D'après les résultats microbiologiques enregistrés, on note une légère présence des germes totaux et levure et moisissures, ces derniers utilisent les composés organiques comme source de carbone, ce qui justifie la diminution du taux de sucre et des protéines lors de la période de conservation.

Les résultats d'analyses microbiologiques des deux fromages montrent l'absence des germes pathogènes aussi les germes d'altération concernant le contrôle, il nous a permis de garantir la sécurité et la salubrité.

En ce qui concerne les produits finis, on note une absence totale des germes pathogènes à l'exception des levures et moisissures, qu'on a enregistré une prolifération insignifiante par rapport aux normes (< 1000 Germes/g) dont la présence est due aux plusieurs causes exhaustives.

Les résultats des analyses sensorielles ont montré par le biais du test de dégustation que les deux fromages ont un taux d'acceptation estimé, ce qui reflète les meilleures qualités organoleptiques des deux fromages. D'après les résultats obtenus à partir de cette analyse, nous remarquons que le fromage fondu présente un pourcentage d'acceptation avec 59.52 %, ceci conduit à dire que l'assemblage du beurre et du cheddar répond mieux aux exigences des consommateurs.

La spécialité fromagère vient en deuxième position avec un taux d'acceptation de 40.47%. , elle a toutefois montré une certaine appréciation par les consommateurs. Grâce à son influence sur l'aspect visuelle et l'amélioration du goût dans la bouche.

D'après les résultats obtenus, on peut conclure que l'ajout d'amidon dans la spécialité fromagère a donné un produit fini de bonne qualité physicochimiques, microbiologiques, et organoleptiques dont il serait très intéressant d'envisager la production d'un fromage fondu spéciale par l'ajout d'amidon afin d'assurer une stabilité physicochimique.

Pour cela plusieurs recommandations devraient être prises en considération, ainsi il serait judicieux de prolonger la durée d'étude de la stabilité du produit fini.

## Conclusion générale

---

Dans de nombreux cas, l'industrie alimentaire est en mesure de répondre aux exigences continues du marché agroalimentaire par l'emploi, soit de macromolécules de nature glucidiques ou protéiques, soit d'émulsifiant de faible poids moléculaire qui créent, modifient et stabilisent la structure physico-chimique de produit alimentaire.

En raison de leur pouvoir épaississant et/ou gélifiant, ces macromolécules peuvent être employées pour stabiliser les suspensions et les dispersions (émulsion, mousse). Elles sont également utilisées pour leur capacité de rétention d'eau, leur pouvoir liant, leur rôle texturant, etc.

Parmi les macromolécules de nature glucidiques ; les amidons (polyosides) qui sont incontestablement les plus employés dans l'industrie alimentaire dans l'élaboration et la stabilisation des systèmes alimentaires.



---

# ***Références bibliographiques***

---

### (A)

- **AMARGILIOS, 1986.**-contrôle de la qualité des produits laitiers, Analyse physique et chimiques. Ed. AFNOR –itsv 3<sup>ème</sup> édition, Paris, P1030
- **ANDRE, c.k, et GILLISJ. C, 1997-** le fromage de la science à l'assurance qualité. Ed, Tec et Doc, Lavoisier 3<sup>ème</sup> édition, paris, 891P.
- **ANONYME, 1986 (AFNOR) ;** contrôle de la qualité des produits laitiers, recueil des normes française, paris, France 3<sup>ème</sup> édition pp 663,1009.
- **ANONYME, 1989 a –** bienvenus dans le monde de KASOMEL et des fromages fondus. Europhos 73 p.

### ( B )

- **BACHMANN H.P., 2000.** Cheese analogues: a review. International Dairy Journal, vol. 11, p. 505–515.
- **Boiron, P. (1996).** Organisation et biologie des champignons. Nathan. Paris. P. 19-79.

### (C)

- **CARIĆ M., 2000.**Processed cheese. In, **FRANCIS F.J.**, Encyclopedia of Food Science and Technology, 2<sup>nd</sup> ed, ed., John Wiley and Sons, New York. p. 1973–1987.
- **CHAMBRE M., DAURELLES J., 1997.** Le fromage fondu. In: **ECK A. et GILLIS.** Le fromage. Ed. Lavoisier, p. 691-708.
- **CHEN S.L., WAN P.J., LUSAS E.W, RHEE K.C., 1979.**Utilization of peanut protein and oil in cheese analogs. Food Technol. vol. 37, n. 7, p. 88–93.
- **Commission codex alimentarius, 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.

### ( D )

- **DFI (Département Fédéral de l'Intérieur), 2009.** Ordonnance sur les denrées alimentaires d'origine animale, 48 p.
- **Drogul C. ; Gagoud R. ; Joseph M.M. (2004)** « Nutrition et alimentation des animaux d'élevage »Educagri Editions ; 270p.

### ( E )

- **ECK A ,1987.**Le fromage .Edition Lavoisier Tec et Doc.
- **Ebing P. Et Rutgers K. (2006)** « La préparation du laitage »Edition : Agromisa Foundation ; 88p.

### ( F )

- **FEINBERG M, FAVIER .j. Et JRELAND T.R ,1987-** répertoire générale des aliments, table de composition des produits laitiers : vache, brebis, chèvre, Ed. Tec et Doc, Lavoisier, paris, T3, 442 p.
- **FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H., 1998.**Dairy Chemistry and Biochemistry. Ed. Thomson Science, Germany, 396 p.
- **FOX P.F., GUINEE T.P., COGAN T.M., MCSWEENEY P.L.H., 2000.**  
Fundamentals of cheese science. Maryland: Aspen Publishers Inc. p. 429–451.
- **Froc J. (2007)**  
« Balade au pays des fromages : les traditions fromagères en France »  
Editions : Quae ; 239p.

### ( G )

- **GUINEE T.P., CARIĆ M., KALÁB M., 2004.** Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. **In: FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H.,**
- **COGAN T.M., GUINEE T.P.** Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Major Cheese Groups vol. 2, 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier Applied Science Ltd, London, p. 349-394.
- **GUIRAUD J, et GALZY 1998.** « L’analyse microbiologique dans les industries alimentaires».paris, Dunod 1998.
- **GUIRAUD, 2003** Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire.
- **Gret (2011)** « Transformer les produits laitiers frais à la ferme »  
Educagri Editions ; 229p.

### ( H )

- **HUANG V.T., PANDA F.A., SMITH E.B., 2010.**Cheese composition and related methods. United states patent, US 7807207 B2, 12 p.

### ( J )

- **Jean Luc Boutonnier, 2000**, la fabrication de fromage fondu, Technique de l'ingénieur, p F6310-2, 3, 11.
- **JORF (JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE), 2007**. Décret n. 2007- 628 du 27 avril 2007 relatif aux fromages et spécialités fromagères, 10 p.

### ( K )

- **Karahadian 1984** technological aspect of reduced-sodium process american cheese, volum3, 2ème edition, p 32
- **Karleskind, A Verlag** Manuel des corps gras, Lavoisier, Tec. & Doc., 1992
- **KIM S.Y., PARK P.S.W., RHEE K.C., 1992**. Textural properties of cheese analogs containing proteolytic enzymemodified soy protein isolates. J. Am. Oil Chem. Soc. vol. 69, p. 755–759.
- **KIZILOZ M.B., CUMHUR O., KILIC M., 2009**. Development of the structure of an imitation cheese with low protein content. Food Hydrocolloids, vol. 23, p. 1596–1601.

### ( L )

- **LEE Y.H., MARSHALL T., 1981**. Microstructure and texture of process cheese, milk curds, and caseinate curds containing native or boiled soy proteins. Journal of Dairy Science, vol. 64, p. 2311–2317.
- **LEE B.O., PAQUET D., ALAIS C., 1986**. Etude biochimique de la fonte des fromages. Effet du type de sels de fonte et de la nature de la matière protéique sur la peptisation. Utilisation d'un système modèle. Le Lait, vol. 66, n. 3, p. 257-267.
- **LUCEY J.A., JOHNSON M.E., HORNE D.S., 2003**. Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. Journal of Dairy Science, Vol. 86, n. 9, p. 2725 - 2743.
- **LUQUET.F M ,1985** - laits et produits laitiers. Vache, brebis, chèvre. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, paris, T<sub>1</sub> 396 P.
- **LUQUET .F.M, (1990)** .Lait et produit laitiers. Vaches, brebis, chèvres. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, paris, T<sub>3</sub>, 442 P.

### ( M )

- **MEYER A., 1973**. Processed Cheese Manufacture, Food Trade Press Ltd., London, 201p.
- **McSweeney, P.L.H. (2004)** Biochemistry of cheese Ripening: Introduction and Overview, Aspects, *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Volume 1: General Aspects, Third edition, Elvesier, Academic Press, Amsterdam, Chapman Hall, p. 347-360 .



- **MOUNSEY J.S., O'RIORDAN E.D., 1999.** Empirical and dynamic rheological data correlation to characterize melt characteristics of imitation cheese. *Journal of Food Science*, vol. 64, n. 4, p.701–703.
- **Mahaut M. ; Jeantet R. ; Brulé G. (2003) :** « Initialisation à la technologie fromagère » Edition : Tec & Doc ; 194p.

### ( N )

- **Nicklin, J., Graeme-Cook, K., Paget, T. et Killington, R. (2000).** L'essentiel en microbiologie. Berti. Paris, p. 210-216.

### ( O )

- **ORTEGA-FLEITAS O., REAL-DEL-SOL E., CABRERA M.C., ORETGA A., SUAREZSOLIS V., CARDOSO F., INIGUEZ C., 2001.** Manufacture of a cheese substitute for pizzas. *Alimentaria*, vol. 322, p. 87–89.

### ( P )

- **PAQUET D., 1988.** Processed cheeses: physico-chemical aspects. **In: LORIENT D., COLAS B., LE MESTRE M.** Functional properties of food macromolecules. Ed. Les cahiers de l'ENSBANA. Paris: Technique & Documentation Lavoisier, p. 227–241.
- **PATART J.P., 1987.** Les fromages fondus. **In : ECK A.** Le fromage Edition Lavoisier, p. 385- 398.

### ( R )

- **Roger VEISSYRE, 1979.** Technologie du lait, constitution récolte, traitement et transformation du lait, 3<sup>ème</sup> édition.

### ( S )

- **SUKHININA S.Y., SELYATITSKAYA V.G., PALCHIKOVA N.A., SHORIN Y.P., POZNYAKOVSKII V.M. AND BONDAREV G.I., 1997.** Efficiency of processed cheese enriched by iodine in prevention of goitre. *Voprosy-Pitaniya*, vol. 1, p. 21–23.

### ( T )

- **TAGGART P., MITCHELL J.R., 2009.** Starch. **In: PHILLIPS G.O., WILLIAMS P.A.** Handbook of Hydrocolloids. Second edition, Woodhead Publishing Limited, p.108- 141.

- **TARANTO M.V., YANG C.S.T., 1981.** Morphological and textural characterization of soybean Mozzarella cheese analogs. Scanning Microsc, vol. 3, p. 483–492.

### ( U )

- **USDA commodity requirements, 2007.** PCD5 Pasteurized process American cheese for use in domestic programs, 9 p.

### ( V )

- **Vignola C. (2002).** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.
- **Vierling E. (2008)** « Aliments et boissons : filières et produits » Edition : Wolters Kluwer ; 277p.
- **Vignola C.L. (2002)** « Science et technologie du lait : transformation du lait » Edition : Presses inter Polytechnique ; 600p.

### ( Y )

- **YANG C.S.T., TARANTO M.V., 1982.** Textural properties of Mozzarella cheese analogs manufactured from soybeans. Journal of Food Science, vol. 47, p. 906–910.
- **YANG C.S.T., TARANTO M.V., CHERYAN M., 1983.** Optimization of textural and Morphological properties of a soy-gelatin Mozzarella cheese analogue. Journal of Food Processus Preservation, vol. 7, p. 41–64.

### ( Z )

- **ZHANG D., MAHONEY A.W., 1991.** Iron fortification of process Cheddar cheese. Journal of Dairy Science, vol. 74, p. 353–358.

**Site web:** [1] :<http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/filiere-de-production-produits-d-origine-animale-42432210/fromage-fondu-physico-chimie-du-processus-de-fonte-f6310/> [25.03.2016 21h]

[2] :[www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com) [15.03.2016 14h ]

Mémoire 2

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université SAAD DAHLEB de BLIDA  
Faculté des sciences agro-vétérinaires et biologiques  
Département d'agronomie

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master  
académique**

Option : Nutrition et contrôle des aliments

Thème

**Contrôle de la qualité d'une spécialité fromagère et l'étude  
de l'effet bactériostatique des sels de fonte vis-à-vis  
de Staphylococcus aureus**

Présenté par :  
M<sup>lle</sup> ZOUAOUI Hadjer

Soutenu le : 26/06/2013

Devant le jury :

<b>Président :</b> Mr. MEGATLI S.	MCB	USDB
<b>Examinateur :</b> Mr. BOUSBIAN.	MCB	USDB
<b>Examinatrice :</b> M <sup>me</sup> CHAKNANE F.	MCB	USDB
<b>Examinateur :</b> Mr. RAMDANE S.	MAA	USDB
<b>Examinatrice :</b> M <sup>me</sup> IDRES A.	MAA	USDB
<b>Promotrice :</b> M <sup>me</sup> DEFFAIRI D.	MAA	USDB

Promotion : 2012 – 2013

Mémoire 1

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*Université M'hamed Bouguerra Boumerdes*  
*Faculté des sciences*  
*Département d'Agronomie*



**Mémoire de master académique**

*Filière Sciences agronomiques*  
*Spécialité contrôle de qualité et Nutrition en Agro-alimentaire*

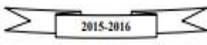
Thème

**Etude comparative entre un fromage fondu  
et une spécialité fromagère**

Réalisé par :  
Ghezali mahrez,  
Deriche Ibtissem  
Cherif kabina

• Jury :

Mr Houari.k	MAA	Président
Mm Benamrouche.s	MCB	Examinatrice
Mm Yahyaoui	MCB	Promoteur



2015-2016

## Résumé

le fromage fondu, il constitue l'un des fromages les plus consommés en Algérie surtout au cours de ces dernières années, et nous avons proposés d'effectuer une étude comparative entre une spécialité fromagère et un fromage fondu et présenté des analyses physico-chimique et microbiologique de ce fromage, ainsi que des matières premières qui le constituent et faire une étude sur la stabilité du produit fini. Malheureusement ce travail n'a pas pu se réaliser jusqu'au bout, vu la pandémie et pour fait ce travail nous avons analysé deux mémoires qui parlent de fromage fondu et spécialité fromagère réalisés au niveau deux industries : la fromagerie le berbère, et l'industrie du groupe Goumidi « Bravo cheese ». Il s'agit d'une étude comparative, microbiologique et physico-chimique de fromages fondu et de spécialité fromagère. Les deux produits sont à la base passés par les mêmes conditions de fabrication et en utilisant les mêmes matières premières ,sauf on additionne l'amidon ( E1422) pour la spécialité fromagère qu'a un rôle sur la diversification de la texture .Par le billet des résultats obtenus à propos de la qualité physico-chimique et microbiologique des deux fromages analysés ,révélant une bonne stabilité physicochimique avec une qualité microbiologique satisfaisante grâce à l'efficacité du mode de conservation et les bases thermodynamiques des procédés mis en œuvre ,ainsi que la maîtrise des caractéristique organoleptique qu'est en adéquation avec les multiples exigences du marché Agroalimentaire .

**Mots clés :** Fromage , Matières premières , Amidon , Analyses physicochimiques et microbiologiques ,Texture.

## Abstract

Processed cheese is one of the most consumed types of cheese in Algeria, especially in recent years, and we have suggested conducting a comparative study between the specialty of cheese and processed cheese and we have presented physical, chemical and microbiological analyzes of this cheese in addition to the raw materials it consists and a study on the stability of the final product. Unfortunately, this work cannot be carried out to the end due to the epidemic, and to do this work we analyzed memories that speak of processed cheese and cheeses that are carried out at the level of two industries: Berber cheese dairy and industry from the Goumidi group (Bravo cheese) which is a comparative study, microbiological and physicochemical of cheese Cooked and specialty cheese. The two products basically went through the same manufacturing conditions and using the same raw materials, except we add starch (E1422) for the cheese product that has a role in the diversification of the texture .The results obtained about the physical, chemical and microbiological quality of two cheeses analyzed, revealed a good physicochemical stability with satisfying microbiological quality due to the effective method of preservation and thermodynamic bases of the processes implemented and the proficiency of organoleptic characteristic that are fitting with the multiple requirements of the Food market .

**Key words:** Cheese, Raw materials, Starch, Analyses Physicochemical and microbiological, Texture

## ملخص

الجبن /الذائب هو من أكثر أنواع الجبن استهلاكاً في الجزائر ، خاصة في السنوات الأخيرة ، وقد اقترحنا إجراء دراسة مقارنة بين تخصص الجبن والجبن المطبوخ وقدمنا تحليلات فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية لهذا الجبن بالإضافة إلى المواد الخام التي تتكون منها وإجراء دراسة عن ثبات المنتج النهائي. لسوء الحظ ، لا يمكن تنفيذ هذا العمل حتى النهاية نظراً للوباء ، ولقيام بهذا العمل قمنا بتحليل ذكريات تتحدث عن الجبن المطبوخ والأجبان التي يتم تنفيذها على مستوى صناعيتين: ألبان الجبن البربر والصناعة من مجموعة (Goumidi جبن برفو) وهي دراسة مقارنة ، ميكروبيولوجية وفيزيائية كيميائية للجبن /الذائب و التخصص الجبني.

المنتجين في الأساس مروا بنفس شروط الصنع و باستعمال نفس المواد الاولية الخامه الا ان نضيف النشاء الى الجبن التخصصي وهذا يلعب دورا في تعدد النوعيات من حيث الملمس، وقد عملت النتائج المحصل. عليها بواسطة النتائج الكيميائية و الميكروبيولوجية للجبنين على تأكيد جودة المنتجين وهذا دل على شيء فإنه يدل على الاستقرار الفيزيائي و وهذه النتيجة اليجابية تحققت بفضل جدية و فعالية طريقة الحفظ للجبنين مع القواعد . جودتها الميكروبيولوجية المرضية . الحرارية للعمليات المنفذة والتمكن من الخصائص الحسية التي تتماشى مع متطلبات سوق التغذية

**الكلمات المفتاحية:** الملمس , الكيميائية و الميكروبيولوجية , الاستقرار الفيزيائي , النشاء , المواد الولية , الجبن