

Faculté des sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

**Option : Qualité en production animale**

**Thème**

***Contrôle de la qualité physico chimique  
du fromage fondu (de la matière première au produit fini).***

Réalisé par :

**Melle : BELHABCHI Fatima-Zahra**

Devant le jury :

Mme DEFFAIRI Dj	MAA	Université Blida I	Présidente
Mme LOUNACI L	MAB	Université Blida I	Examinatrice
Mme HEZIL N.	MAA	Université Blida I	Promotrice

2017-2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# Remerciements

Avant tout je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la force pour accomplir ce modeste travail et cueillir le fruit d'un long cursus scolaire et universitaire.

Au terme de la rédaction de ce mémoire, je me dois d'exprimer ma profonde reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail gratitude.

Je tiens à remercier Madame HEZIL Nadia ma promotrice pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de m'encadrer, de m'orienter, et qui a suivi ce travail dans tous ses détails avec une rigueur scientifique exceptionnelle ; ce qui m'a donné le courage de poursuivre la réalisation de ce projet de recherche. Elle a su me faire partager son expérience à travers les conseils qu'elle m'a apportés.

Mes sincères remerciements aux membres du jury : Mme DEFFAIRI Djamila et Mme LOUNACI L, de me savoir honoré par leur présence et d'avoir accepté d'examiner mon modeste travail.

Au personnel et aux responsables de la SARL Célia de Beni-Tamou de Blida pour les moyens qu'ils ont mis à ma disposition afin d'accomplir mon stage au sein de cet établissement dans les meilleures conditions, un grand merci.

A mes parents, mes chaleureux remerciements pour l'aide, la patience et le soutien qu'ils m'ont prodigués tout le long de ma vie. Surtout mon père, sans lui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

## **Dédicaces**

Je dédie ce modeste travail aux êtres les plus chers à mon cœur « Mes Parents » pour tout ce qu'ils ont fait pour moi depuis ma naissance, pour leur amour, et de m'avoir soutenu pendant toutes les périodes difficiles que j'ai traversé pour arriver à ce que je suis maintenant. Je prie Dieu le tout puissant de les garder.

A mes frères : Abdelkrim, Oussama et Zakaria.

A tout le personnel de la SARL Célia Algérie

A tous mes enseignants depuis le primaire jusqu'à l'université.

A tous ceux qui n'ont jamais été avares ni de leurs temps ni de leurs connaissances pour satisfaire mes interrogations.

Je dédie le fruit de ma formation comme preuve de respect de gratitude et de reconnaissance.

## **LISTE DES ABVREBIATIONS**

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**Aw** : Activité de l'Eau

**CIDIL** : Comité Interprofessionnel Des Industries Laitiers.

**Cd** : Conductivité.

**Cm** : Centimètre.

**D P D** : Diethyl Paraphenylene Diamine.

**EDTA** : Acide Ethylène Diamine Tétracétique.

**EST** : Extrait Sec Total.

**°F** : degré Français.

**FAO** : Organisation Mondiale d'Agriculture et d'Alimentation.

**G/S** : Gras/Sec.

**g** : gramme.

**h** : heure.

**I S O** : International Organization for Standardization .

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.

**MG** : Matière Grasse.

**mg** : milli gramme.

**mnt** : minute.

**ms** : milli seconde.

**MS** : Matière Sèche.

**NA** : Norme Algérienne.

**NF** : Norme Française.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**Ph** : Potentiel d'Hydrogène.

**TA** : Titre Alcalimétrique.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet

**TH** : Titre Hydrométrique.

**UHT** : Ultra Traitement Thermique.

**%** : Pourcentage.

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	2
<b>Partie bibliographique</b>	
Chapitre I : Généralités sur le lait et les fromages.....	4
1. Généralités sur Le lait.....	4
2. Généralité sur les fromages.....	4
2.1. Définition du fromage.....	4
2.2. Classification du fromage.....	5
2.2.1. Classification Selon FAO/OMS.....	5
2.2.2. Classification selon fabrication.....	6
2.2.3. Classification selon l'affinage.....	8
2.3.Fromage de chèvre.....	9
2.4.Fromage fondu.....	10
Chapitre II : Le Fromage Fondu .....	11
1. Historique.....	11
2. Définition du fromage fondu.....	11
3. Différents types de fromage fondu.....	11
4. Composition et valeur nutritive.....	12
4.1. Composition.....	12
4.2. Composition minérale.....	14
Chapitre III: Fabrication du fromage.....	16
1-Sélection et préparation des matières premières.....	17
2-Procédé de fabrication du fromage fondu .....	18
3-Les défauts de fabrication du fromage fondu .....	21
4-La réaction de Maillard .....	24

## Partie expérimentale

Lieu et période de travail.....	26
Objectif.....	26
1. Matériels.....	26
1.1. Matériel biologique.....	26
1.2. Matériel non biologique.....	26
2. Méthodes.....	26
2.1. Prélèvements des matières premières.....	26
2.2. Analyses physico-chimique de l'eau de process.....	27
2.3. Analyses physico-chimique des matières premières .....	31
2.4. Les analyses physico-chimiques du produit (semi fini et fini).....	37
2.5. Les analyses physico-chimiques au cours de stockage .....	37

## **Résultats et Discussion**

1. Résultats et discussions des analyses physico-chimiques des matières premières.....	39
A- l'eau de process.....	39
B-Cheddar .....	42
C-Poudre de lait.....	43
D-Beurre.....	44
2. Résultats et discussions des analyses physico-chimiques de mélange.....	44
3. Résultats et discussions des analyses physico-chimiques de fromage fondu.....	48
4. Evolution des paramètres physico-chimique au cours de stockage.....	51
<b>CONCLUSION</b> .....	54

Références bibliographiques

Annexes

## Liste des tableaux

<b><u>Tableau n°1</u></b> : Classification du fromage en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage.....	6
<b><u>Tableau n°2</u></b> : Composition moyenne des éléments constitutifs pour 100 g de fromage fondu .....	15
<b><u>Tableau n°3</u></b> : La composition en matières premières et en ingrédients utilisés dans la fabrication du fromage fondu.....	16
<b><u>Tableau n° 4</u></b> : Défauts au moment de la fonte .....	22
<b><u>Tableau n°5</u></b> : Défauts au cours du stockage.....	23
<b><u>Tableau n°6</u></b> : des analyses physicochimiques de l'eau de process.....	27
<b><u>Tableau n° 07</u></b> : Analyse physico-chimiques effectuées sur les différents prélèvements....	31
<b><u>Tableau n°8</u></b> : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.....	39
<b><u>Tableau n° 9</u></b> : Résultats des analyses physicochimiques de cheddar .....	42
<b><u>Tableau n°10</u></b> : Résultats des analyses physicochimiques de poudre de lait écrémé.....	43
<b><u>Tableau n°11</u></b> :Résultats des analyses physicochimique de beurre.....	44
<b><u>Tableau 12</u></b> : Résultats des analyses physico-chimique au niveau du mélangeur.....	44
<b><u>Tableau 13</u></b> : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini.....	48
<b><u>Tableau n°14</u></b> :Evolution de l'extrait sec au cours de stockage.....	51
<b><u>Tableau n°15</u></b> : Evolution de matière grasse au cours de stockage.....	51
<b><u>Tableau n° 16</u></b> : Évolution de pH au cours de stockage.....	52
<b><u>Tableau</u></b> : Fabrication du fromage fondu portion triangle PRESIDENT.....	Annexe 2



## **Résumé :**

Le fromage fondu est obtenu par le mélange de fromages affinés ou non, additionné à d'autres produits laitiers.

Cette étude a été conduite dans le but de contrôler la qualité physico-chimique du fromage fondu; depuis les matières premières (cheddar, beurre, poudre de lait et l'eau de process), le mélange, le produit fini à la sortie de la conditionneuse et à la fin le produit au cours du stockage.

D'après les résultats, nous constatons que l'ensemble des paramètres physico-chimiques mesurés, et ce sur les quatre étapes contrôlées ce sont révélés conformes aux normes.

Ceci témoigne de la bonne qualité des produits utilisés et de la maîtrise du process de fabrication.

**Mots clés :** Fromage fondu, matières premières, analyses physicochimiques.

## **Summary :**

The processed cheese is obtained by the mixture of cheese fine or not, added to other dairy products.

This study was conducted with the aim of controlling the physicochemical quality of the processed cheese; From the raw materials (Cheddar, Butter, Milk Powder and Process Water), mix, the finished product at the output of the conditioner and at the end the product during storage.

According to the results, we find that all the physicochemical parameters measured, and this on the four controlled stages, have proved to comply with the standards.

This testifies to the good quality of the products used and the mastery of the manufacturing process.

**Key words:** Processed cheese, raw materials, physicochemical analyzes.

## ملخص

يتم الحصول على الجبن المعالج من خليط الجبن الناضج أو الغير الناضج المضاف اليه منتجات الالبان الأخرى.

أجريت هذه الدراسة بهدف السيطرة على الجودة الفيزيوكيميائية للجبن المعالج انطلاقا من المواد الخام (شيدر، زبدة، مسحوق الحليب، ومياه المعالجة)، المزيج، المنتج النهائي عند الانتهاء من التعليب وفي الأخير المنتج خلال مرحلة التخزين

وفقا للنتائج المحصل عليها، نجد أن جميع المعلمات الفيزيوكيميائية المقاسة خلال المراحل الأربع من عملية التصنيع تتوافق مع المعايير المعتمدة ، و هذا يدل على نوعية جيدة للمنتجات المستخدمة و التحكم التام في عملية تصنيع الجبن الذائب المعالج.

الكلمات الدالة: الجبن المعالج، المواد الخام، التحليل الفيزيوكيميائية.

# Introduction

Le fromage est une valeur sûre de l'alimentation humaine. C'est le résultat d'une transformation du lait très ancienne puisque des écrits témoignent de sa fabrication, c'est l'un des premiers moyens de conservation du lait, matière première rapidement périssable (**Soustre, 2007**). .

Les fromages fondus sont des produits laitiers de seconde transformation, mélange d'un ou de plusieurs fromages à différents stades d'affinage et d'ingrédients laitiers, fondus ensemble sous l'action de la chaleur pour former une pâte onctueuse. Fromages modernes ont un goût agréable, un profil nutritionnel intéressant, une présentation, souvent en portion individuelle pratique et séduisent un grand nombre de consommateurs à travers le monde (**CIDIL, 2007**).

Pendant sa fabrication, plusieurs facteurs peuvent agir sur la qualité finale du fromage fondu, tels que la variabilité des ingrédients, la qualité physicochimique et microbiologique de ces derniers, ainsi que les facteurs de réglage du processus de fonte (**CODEX STAN A-6-1978**).

Dans ce cadre, nous nous sommes proposé de réaliser la présente étude dont l'objectif est :

Le suivi des caractères physicochimiques à savoir (pH, extrait sec total, taux de matières grasses) et ce sur :

- Les matières premières (eau, poudre de lait, beurre, et cheddar),
- Le produit semi fini(ou mélange),
- Et le produit fini → après conditionnement,  
→ au cour de stockage.

# Partie bibliographique

**Partie bibliographique**

---

## **CHAPITRE I :**

### **Généralités sur le lait et les fromages**

#### **1. Généralités sur Le lait :**

##### **1.1. Historique :**

Le lait et les produits laitiers ont été consommés frais dans leur région de production pour des raisons évidentes de transport et de conservation. Le lait fut mentionné comme indispensable dans l'alimentation des moines de Cîteaux au début du 12<sup>ème</sup> siècle. Il est aussi utilisé alors comme médicament, pour les malades. Puis vers le 17<sup>ème</sup> siècle sa consommation déborde le cadre des campagnes ; et la consommation augmente. Les livres de recettes du 18<sup>ème</sup> siècle mentionnent de nombreuses préparations incluant lait, beurre ou crème. Du milieu du 18<sup>ème</sup> siècle à nos jours, la consommation de produits laitiers est toujours croissante, et celle du lait encore plus (**Soustre, 2007**).

##### **1.2. Définition du lait :**

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Le lait sans indication de l'espèce animale de provenance correspond au lait de vache, c'est un liquide opaque, blanc mat plus ou moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en  $\beta$  carotène (**Bourgeois et al, 1996**).

#### **2. Généralités sur Les fromages :**

##### **2.1. Définition de fromage :**

Le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum /caséine ne dépasse pas celui du lait, et qui est obtenu selon **Codex Standard 283-1978** par :

---

**Partie bibliographique**

a) Coagulation complète ou partielle des protéines du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème lactosérum ou du babeurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (notamment de la caséine), la teneur en protéines du fromage étant par conséquent nettement plus élevée que la teneur en protéines du mélange des matières premières ci-dessus qui a servi à la fabrication du fromage .

b) L'emploi des techniques de fabrication entraînant la coagulation des protéines du lait et/ou des produits provenant du lait, de façon à obtenir un produit fini ayant de bonnes caractéristiques physiques, chimiques et organoleptiques.

## **2.2. Classification des fromages :**

Vu les divers caractéristiques du fromage, les spécialistes ont défini plusieurs classifications, nous avons :

### **2.2.1. Classification selon FAO/OMS :**

La classification des fromages est présentée dans le **tableau n°1**. Elle est complétée par des normes individuelles précisant les caractéristiques particulières de divers fromages selon **la norme FAO /OMS n° A-6 (1978)**.

De nombreux pays possèdent une réglementation propre concernant notamment, la définition et la composition des produits (**Norme Algérienne : NA N°10.96.25., 2013**).



**Tableau n°1** : Classification du fromage en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse et des principales caractéristiques d'affinage(selon la norme (Codex Stan A-6-1078).

Formule I		Formule II		Formule III
TEFD*(%)	Premier élément de dénomination	MGES** (%)	Second élément de dénomination	Dénomination d'après les principales caractéristiques d'affinage
<51	Pâte extra-dure	>60	Extra-gras	1. Affiné
51-56	Pâte dure	45-60	Tout-gras	a : principalement en surface
56-63	Pâte demi-dure	25-45	Mi- gras	b : Principalement dans la masse
63-67	Pâte demi-molle	10-25	Quart-gras	
>67	Pâte molle	<10	Maigre	2. Affiné aux moisissures : a. Principalement en surface b.Principalement dans la masse 3. Frais

\*TEFD = pourcentage de la teneur en eau dans le fromage dégraissé

\*\*MGES= pourcentage de la matière grasse dans l'extrait.

## 2.2.2. Classification selon la fabrication :

Selon la fabrication du fromage nous avons :

### 2.2.2.1. Fromage frais :

Le fromage frais est le produit issu de la simple transformation du lait en poudre qui est ensuite additionné à de la crème fraîche (Larpent, 1997). C'est un fromage à égouttage lent, n'ayant subi que la fermentation lactique, obtenu avec des laits ou des crèmes (Luquet, 1990).C'est un produit non affiné, très humide (60 à 80%)et périssable (24 jours maximum) (Schuck et al., 2004).

Sa teneur en matière sèche peut être abaissée respectivement jusqu'à 15g ou 11g pour les fromages frais non définis. (Luquet, 1990 ; Briten, 2003), et sa teneur en matière grasse est réduite (0,5 à 30%)(Gripton et al., 1975).

Exemples de fromages frais : fromages blanc, Carré frais.

**2.2.2.2. Fromage à pâte molle :** Les fromages à pâte molle sont des fromages affinés ou non, dont la pâte n'est ni cuite ni pressée(Vignola C.L, 2002). Ils doivent leur nom au fait qu'ils soient relativement souple, leur taux d'humidité oscille autour de 50% (Courtine R.J, 1972).

**2.2.2.2.1. Fromage à pâte molle à croûte fleurie :** Il se caractérise par une croûte blanche à dorée recouverte d'un duvet de moisissures blanc et feutré appelé fleur qui se développe pendant l'affinage d'où leur le nom (croûte fleurie). L'aspect duveteux de la croûte est dû à la présence du champignon *Penicillium candidum* qui peut être pulvérisé à la surface des fromages en début d'affinage (Pradal, 2012).

Exemple de fromage pâte molle à croûte fleurie : Camembert et Brie.

**2.2.2.2.2. Fromage à pâte molle à croûte lavée :** Les fromages à pâte molle et à croûte lavée sont, comme leur nom l'indique, régulièrement lavés en surface et brossés pour activer la fermentation. Cette technique, visant au départ à prolonger la conservation. La croûte ainsi obtenue présente un aspect souple, humide et plus ou moins collant. Sa couleur varie du jaune orangé au brun, en passant par les ocres et les rouges. À l'issue du traitement, le fromage développe une odeur puissante et ammoniacale, caractéristique des pâtes molles à croûte lavée( Debry G, 2001).

Exemple : pont-l'évêque

**2.2.2.3. Fromage à pâte persillée :** Ces fromages sont caractérisés par un développement interne de la moisissure *Penicillium roqueforti*, ces moisissures, en se développant donnent les marbrures vertes ou bleues qui persillent la pâte des fromages (Goudedranche H et al., 2002). Avant l'affinage, ils sont percés de trous très fins pour que le *Penicillium* s'y développe (Fournier A, 2006).

Exemple de fromages à pâte persillée: Requefort.

---

## Partie bibliographique

#### **2.2.2.4. Fromage à pâte pressée :**

Il s'agit des fromages dont le caillé est pressé après soutirage, puis mis à l'affinage, on distingue :

##### **2.2.2.4.1. Fromage à pâte pressée cuite :**

Les fromages à pâte pressée cuite ou pâte dure, sont des fromages pour lesquels, après pressage, le caillé est chauffé à 65°C, puis laissé à l'affinage. Le terme cuite se dit d'un fromage dont le caillé subit un chauffage au moment de son tranchage, lorsqu'il est thermisé, le lait est chauffé à environ 65°C, ce qui ne détruit qu'une partie de la flore, lorsqu'il est pasteurisé, le lait est chauffé de 72° à 85°C pendant 20 secondes maximum, puis refroidi immédiatement à 4°C. Cette procédure détruit la flore naturellement présente dans le lait, et nécessite donc un réensemencement en flore standardisée, ce qui peut avoir pour les industriels l'avantage d'obtenir un goût régulier et une texture régulière (**Majdi A, 2009**).

Exemple de fromages à pâte pressée cuite : gruyère

##### **2.2.2.4.2. Fromage à pâte pressée non cuite :**

Les fromages à pâte pressée non cuite ou demi-ferme subissent une période d'affinage assez longue atmosphère fraîche et très humide. Les fromages à pâte demi-ferme (cheddar...) ont une consistance dense et une pâte de couleur jaune pâle (**Anonyme 3, 1999**).

#### **2.2.3. Classification selon l'affinage :**

C'est la phase ultime de la fabrication des fromages caillés qui lui permet d'acquérir sa saveur caractéristique, elle se fait dans des conditions particulières de température de l'ordre de 13°C, d'humidité comprise entre 80 à 90 %, et d'aération et cela pendant 30 jours. Enfin les boules obtenues sont trempées dans une cire alimentaire de couleur jaune puis stockées (**Majdi, 2009**).

Selon **Mietton (1995)**, l'affinage est en fait la résultante de trois principales actions biochimiques qui se déroulent simultanément à savoir :

-La dégradation des protéines.

-L'hydrolyse de la matière grasse

-La fermentation du lactose.

#### **2.2.3.1. Fromage affiné :**

Le fromage affiné est un fromage qui n'est pas prêt à la consommation peu après sa fabrication, mais qu'on doit maintenir pendant un certain temps à la température ambiante et dans les conditions nécessaires pour que s'opèrent les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage (**Carole, 2002**).

#### **2.2.3.2. Fromage affiné aux moisissures :**

Le fromage affiné aux moisissures est un fromage dont l'affinage est provoqué essentiellement par la prolifération de moisissures caractéristiques dans la masse ou sur la surface du fromage. (**Carole, 2002**).

#### **2.2.3.3. Fromage non affiné :**

Le fromage non affiné, dont le fromage frais, est un fromage qui est prêt à la consommation peu de temps après sa fabrication c'est un fromage qui possède un rapport de protéine de lactosérum à la caséine qui n'excède pas celui du lait selon **la norme FAO/OMS n° A-6(1978)**.

### **2.3. Fromage de chèvre :**

Pour les fabrications incorporant du lait de chèvre la réglementation distingue deux catégories :

-Les «fromages de chèvre» : l'appellation est réservée aux fromages exclusivement fabriqués au lait de chèvre. Les ferments utilisés sont cultivés sur un lait de même espèce animale que le lait matière première, d'où la mention «pur chèvre».

## **Partie bibliographique**

---

-Les « mi- chèvres » : lorsque le fromage ou la spécialité fromagère est préparé(e) avec un mélange de matières premières laitières provenant de la chèvre et de la vache, dont au minimum 50 % de l'extrait sec est d'origine caprine ; l'appellation «fromages au lait de mélange» désigne des fromages fabriqués à partir de la matière premières laitières provenant de deux ou plusieurs espèces animales (**Anonyme, 2007**).

### **2.4. Fromage fondu :**

Il est obtenu à partir de mélanges de fromages frais ou affinés et additionné éventuellement de produit laitiers et/ou d'autres ingrédients, aromates, épices, jambon, noix).La fonte se fait à 100°C en présence de « sels de fonte » (phosphate de calcium et phosphate de sodium), parfois en présence d'acides citrique, tartrique. (**CIDIL : Centre Interprofessionnel de Documentation et l'Information Laitières, 2007**).

### **CHAPITRE II :**

#### **Le fromage fondu**

##### **1. Historique :**

La production du fromage fondu eu lieu pour la première fois en 1895. Les sels de fonte n'étaient pas utilisés et le produit n'a pas réussi. Le premier fondu réussi, dans lequel les sels de fonte ont été utilisés, était introduit en Europe en 1911 et la première usine Européenne fut montée à Dôle en 1917 (**Richonnet, 2016**).

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

Les fromages fondus sont des fromages fabriqués à partir d'un ou de plusieurs fromages à pâte pressée, cuite ou non, refondus, additionnés de lait, crème ou beurre; ces fromages ont l'avantage de se conserver longtemps. On ajoute à la pâte, selon le produit, des émulsifiants, du sel. On obtient une texture plus ou moins molle et élastique et une saveur peu prononcée (**Norme Algérienne NA5935, 1993**).

##### **3. Différents types de fromage fondu :**

Les produits issus de fonte de fromages peuvent être regroupés en cinq familles :

###### **3.1-Fromage fondu type "bloc" :**

Le traitement thermique subi est modéré de manière à conserver au produit fini une élasticité marquée, comparable à celle d'un fromage classique. Pour assurer sa stabilité, sa teneur en matière sèche est élevée et il est fondu partiellement ou totalement à partir de citrate de sodium. L'objectif est de retrouver l'aspect d'un fromage à pâte pressée. (**Boutonnier, 2002**).

###### **3.2-Fromage fondu type "coupe" :**

Moins ferme que le bloc, mais non tartinable. Il contient 3 à 4 % de moins de matière sèche que le précédent, ce qui le rend plus agréable à la dégustation. (**Richonnet, 2016**).

## **Partie bibliographique**

---

### **3.3-Fromage fondu tartinable :**

C'est le processus de crémage qui permet en partie de régler la consistance du produit fini et de lui conférer une certaine tartinabilité. Ces produits peuvent être aromatisés et conditionnés en emballages souples (portions) ou rigides (pots, barquettes, tubes). (**Tamime, 2011**).

### **3.4-Fromage fondu toastable:**

Il se présente généralement sous forme de tranches adaptées à une utilisation dans les cheeseburgers. Ce produit doit refondre rapidement sans carbonisation superficielle, comme une tranche d'emmental par exemple. (**Boutonnier, 2000; Roustel, 2014**).

### **3.5-Fromage fondu thermostable :**

C'est un fromage fondu qui ne doit pas fondre lorsqu'on le soumet à une nouvelle source de chaleur. Il subit un crémage très poussé et les blocs obtenus sont découpés au Japon puis incorporés dans des plats cuisinés à la base de légumes ou poisson. Ces préparations peuvent être appertisées et, à des températures élevées, les cubes de fromage fondu doivent rester intacts après la stérilisation (**Oliveira et al., 2016; Richonnet, 2016**).

## **4. Composition et valeur nutritive :**

Le fromage fondu comporte toutes les caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers qui le composent. Il apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels à un bon équilibre alimentaire. 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). Comme tous les produits laitiers, c'est une source importante de protéine et de calcium. En outre, la présence de matière grasse sous forme bien émulsionnée et des protéines finement dispersées lui confèrent une efficacité nutritionnelle (notamment digestibilité) au moins égale à celle des composés de départ (**Gillis et Eck, 1997**).

## **Partie bibliographique**

---

### **4.1-Composition :**

Selon **Gillis et Eck (1997)**, Les fromages fondus sont de vrais bâtisseurs de l'organisme avec leurs protéines, sels minéraux, vitamines et éventuellement de la matière grasse.

#### **•Eau :**

L'activité biologique de l'eau est primordiale en alimentation. Puisqu'elle permet de mettre en œuvre une stratégie de protection des aliments en contrôlant les détériorations physicochimiques, les activités enzymatiques et la multiplication des populations microbiennes. L'activité de l'eau ( $A_w$ ) d'un aliment est un indicateur de sa stabilité, sûreté, et durée de conservation. ( $A_w$ ) du fromage est autour de 0,87 à 0,98 presque à 1 (**Ramesh, 2011**)

#### **•Protéines :**

Les fromages fondus sont des aliments très riches en protéines qui proviennent de la caséine. C'est le constituant principale du fromage qui établit la structure et donne le caractère élastique au fromage, une partie importante se trouve dégradés et solubilisée en oligopeptides et acides aminés. La teneur en acides aminés du fromage lui confère une valeur nutritionnelle extrêmement élevée (**Mehmet A.K, 2003**).

#### **•Glucides :**

Le lait de bovin contient le lactose environ 4,8%, sa concentration dans le lait est indépendante de la race (**Gerrit S, 2003**). Les fromages affinés sont pratiquement dépourvus de glucides car la faible quantité de lactose restant dans le caillé après égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage. Cependant la correction des extraits secs nécessite parfois l'addition de poudre de lait donc de lactose (**Gillis et Eck, 1997**).

#### **•Lipides :**

Les graisses existent dans le lait comme des petites globules entourés par des protéines, sa quantité dépend de la race, stade de lactation et le régime alimentaire de la vache (**Fredot,2006**). Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte fromage. Certains de ces acides gras sont volatils et interviennent dans la formation de l'arôme, les lipides du lait



## **Partie bibliographique**

---

(Triglycérides, phosphoglycérique, sphingicidés) se trouve dans les fromages sous forme émulsionnés ce qui les rend plus digestives (**Gillis et Eck, 1997**).

### ●**Vitamines :**

Les produits laitiers sont des sources riches en vitamines, notamment, certains produits laitiers fermentés, comme les fromages, sont une source valable en vitamines liposolubles telles que les vitamines A, D, E et K. (**Maria S, 2007**).

### **4.2-Composition minérale :**

- **Le sodium** est apporté au fromage sous forme de chlorure de sodium. Ce dernier intervient pour relever la saveur du fromage. On l'utilise pour limiter la prolifération de certaines moisissures indésirables et pour régler l'humidité. Une partie du sodium du fromage fondu provient des sels de fonte, notamment du poly phosphate de sodium (**Gillis et Eck, 1997**).
- **Le calcium** des fromages est bien assimilé par l'organisme humain en raison des proportions respectives de calcium et de phosphore qu'ils apportent et de la présence concomitante de protéines qui en favorisent l'absorption intestinale. Le taux de calcium varie en fonction de la teneur en eau et du mode de fabrication (le fromage fondu <150mg pour 100 g de produit) (**Fredot, 2006**).
- **Le phosphore** est présent dans beaucoup d'aliment généralement riche en protéines et en calcium comme le lait et les fromages surtout fondu (**Gillis et Eck, 1997**). Enfin, le rapport calcium/phosphore du fromage est élevé et donc satisfaisant au plan nutritionnel (**FAO, 1995**).

Le potassium, le Magnésium et les oligo-éléments se trouvent dans le fromage particulièrement le fondu sous formes de traces (**Fredot, 2006**).

**Le tableau n°2** ci-dessous représente la composition moyenne en éléments constitutifs pour 100 g de fromage fondu selon(**Luquet, 1985**).

## Partie bibliographique

---

**Tableau n°2** : Composition moyenne des éléments constitutifs pour 100 g de fromage fondu (Luquet, 1985).

Éléments	Teneur
Eau (g)	48
Energie (kcl)	280
Glucides (g)	2.5
Lipides (g)	22
Protéines (g)	18
Calcium (mg)	680
Phosphore (mg)	900
Magnésium (mg)	25
Potassium (mg)	95
Sodium (mg)	1650
Zinc (mg)	9

## Partie bibliographique

### CHAPITRE III:

#### Fabrication du fromage fondu

Le fromage fondu est un produit de seconde transformation dans la mesure où il est issu du fromage lui-même issu du lait (**Bourquin et Vouga, 1987**). Le détail de la composition en matières premières et en ingrédients utilisés dans la fabrication du fromage fondu sont présentés dans le **tableau n°3**.

**Tableau n°3** : La composition en matières premières et en ingrédients utilisés dans la fabrication du fromage fondu.

<b>Domination détaillée de l'ingrédient</b>	<b>Fonction de l'ingrédient</b>	<b>Source végétal/animal/Autre</b>	<b>Forme/état</b>	<b>Ingrédient de remplacement</b>	<b>Ingrédient indispensable</b>
Poudre de lait 0%	Poudre de lait	Animale	Poudre	Pas de remplacement	OUI
Beurre	Augmenter la matière grasse	Animale	Solide	Crème fraîche	NON
Cheddar	Protéines/ fromage	Animale	Pâte	Pas de remplacement	OUI
Crème fraîche	Crème fraîche	Animale	Liquide	Beurre	NON
Caséine acide	Protéines	Animale	Poudre	Cheddar	NON
Caséine présure	Protéines	Animale	Poudre	Cheddar	NON
Sel de fonte	Emulsifiant/ texture	Chimique	Poudre	Pas de remplacement	OUI
Acide citrique	Correcteur de pH	Chimique	Poudre	Pas de remplacement	OUI
Eau	Texture	Naturelle	liquide	Pas de remplacement	OUI
Sel	Gout	Naturelle	Poudre	Pas de remplacement	OUI

## **Partie bibliographique**

---

Sa fabrication comprend les étapes suivantes :

### **1-Sélection et préparation des matières premières :**

La sélection des matières premières est guidée par les caractéristiques du produit fini. Le choix des matières premières contribuera à la détermination du procédé de fonte (**Gaucheron F,2004**), et est en relation avec la formule du produit à fabriquer. Toutes les matières premières sélectionnées feront l'objet d'un contrôle microbiologique, organoleptique et physico-chimique avant utilisation (**Berger et al., 1989**).

#### **a-Cheddar :**

Le cheddar constitue la source protéique majeure, riche en protéines natives, qui sont des agents émulsifiants, texturants, elles assurent l'aspect textural du fromage et donnent une pâte homogène (**Boutonnier, 2001**). Il est importé sous forme de blocs conditionnés dans un emballage en plastique d'un poids net de 20kg placé dans des chambres froides à + 4°C.

#### **b-Beurre :**

Le beurre contient la matière grasse qui assure l'aspect onctueux. Il doit être de bonne qualité organoleptique et ne pas présenter de défaut d'oxydation et de rancissement, défaut qui se retrouverait alors dans le fromage fondu (**Gaucheron,2004**). Il est conditionné en bloc dans un film plastique et dans des cartons, le bloc de beurre est de 25kg, stocké dans des chambres froides à + 4°C.

#### **c-Poudre de lait 0% de MG :**

La poudre de lait est livrée dans des sacs en polyéthylène de 25kg et entreposée à température ambiante. Elle apporte des protéines et du lactose. La teneur en lactose doit être comprise entre 5,2% et 5,8% dans le produit fini (**Eck, 1989 ; Luquet, 1990**). La poudre de lait permet aussi d'apporter les protéines sériques ayant un pouvoir émulsifiant considérable en plus de leur pouvoir hydratant (**Gaucheron,2004**).

#### **d-Caséine présure :**

Les caséines présure et acide ainsi que le caséinate de sodium sont présents dans les formulations, afin d'augmenter la teneur en caséine intacte du mélange à fondre. Du fait de

## **Partie bibliographique**

---

leur pauvreté en calcium, la caséine acide et le caséinate de sodium sont peu structurants mais jouissent d'un excellent pouvoir émulsifiant (**Gaucheron,2004**).

**e-Sel** :Le salage exerce un effet sélectif sur les micro-organismes, les enzymes et sur de nombreux autres facteurs, il modifie les propriétés de l'eau, agit sur l'hydratation des protéines, change la solubilité d'autres sels minéraux et bien sûr intervient dans l'appréciation sensorielle des aliments (**Gaucheron,2004**).

**f-Acide citrique :**

Il est ajouté dans le but de mieux conserver le produit et entre dans l'acidification du milieu, donc il ajuste le pH(**Gaucheron,2004**).

**g-Pré-fonte** :Il s'agit de fromage déjà fondu qui résulte de la récupération de la pâte contenue dans différents endroits du circuit du produit dans l'atelier en fin de production et notamment au niveau du conditionnement.La pré-fonte doit être de bonne qualité texturale, c'est-à-dire «crémeuse» et non sur crémée, son rôle est d'accélérer le crémage et stabiliser l'émulsion, c'est un catalyseur (**Boutonnier J.L, 2000 ; Eck A et al., 1997**).

**h-Eau** :L'humidité des fromages est faible puisque on y incorpore des poudres, il est absolument nécessaire d'apporter de l'eau au mélange.Celle-ci permet de solubiliser et de disperser les protéines et d'émulsionner par conséquent la matière grasse libre.Cette eau doit être de très bonne qualité alimentaire (**Boutonnier J.L, 2000**).

### **2-Procédé de fabrication du fromage fondu :**

◆**Broyage** :C'est la première étape de la préparation des matières, il facilite le mélange des différents ingrédients et réduit le temps de fonte. Les fromages, particulièrement ceux à pâte dure ou demi dure, sont écroutés traditionnellement par raclage ou brossage ou un jet d'eau chaud sous pression et sont soumis à un broyage qui est une étape importante du traitement des matières premières, car il est important de fragmenter les fromages pour obtenir un fromage fondu homogène(**Eck et Gillis, 2006**).

## **Partie bibliographique**

---

### **◆Pesage :**

Pour une production uniforme les quantités des matières destinées au mélangeur sont pesées très exactement une par une (**Luquet, 1990 ; Gaucheron, 2004**).

### **◆Mélange :**

Après le broyage et le pesage, les matières premières sont amenées au mélangeur où elles vont subir le deuxième broyage plus fin grâce aux couteaux qui se trouvent au fond de ce dernier (**Luquet, 1990**).

### **◆Pré-cuisson :**

Elle permet aux constituants d'entrer en fusion par l'effet de la température qui augmente jusqu' à 80-90 °C à travers de l'injection de la vapeur d'eau chaude. Après le malaxage, le mélange est transféré vers la zone de pré-cuisson à l'aide d'une pompe d'extraction à pression, la pré-cuisson se réalise dans un tube où une quantité de 4 à 8 Kg de mélange est mise directement en contact avec la vapeur de l'eau chaude sous pression 5,5 bars (maximum) pendant quelques secondes. Après cette étape, le produit obtenu est amené vers le bac de stockage (bac de lancement), ce dernier stocke environ de 400 Kg de produit pendant 20 à 30 minutes et assure une homogénéisation au produit avant son passage au traitement UHT (**Eck, 1989 ; Gaucheron, 2004**).

### **◆Traitement UHT (cuisson) :**

La cuisson est une opération essentielle, elle permet non seulement d'obtenir une masse fondue homogène, mais aussi de favoriser l'action des sels de fonte. La pâte issue de la première cuisson passe à travers un filtre cylindrique perforé pour éliminer toute impureté, cette pâte reçoit de la vapeur dans la tuyauterie (injecteur) afin d'atteindre une température de stérilisation de 139 à 145 °C, pendant quelques secondes (5 à 8 s). Cette stérilisation assure la destruction de la totalité des germes et des micro-organismes pathogènes thermophiles. Et donc la conservation du produit pour une longue durée par un barème de stérilisation (température-temps) (**Eck, 1989 ; Luquet, 1990 ; Gaucheron, 2004**).

## **Partie bibliographique**

---

### **◆Refroidissement :**

La pâte stérilisée est pulvérisée à travers un orifice dans une pompe à vide qui aspire l'excès de la vapeur jusqu'à la température recherchée. Cet excès de vapeur est refroidi dans un échangeur thermique à l'aide d'eau froide et par conséquent le condensat résultant est rejeté à l'extérieur (**Eck et Gillis, 2006**).

### **◆Le crémage :**

Le crémage est un phénomène physico-chimique correspond à un épaississement ou un gonflement de la pâte fromagère ; au cours du crémage deux phénomènes peuvent être observés:

\*Hydratation : est expliquée par la fixation des anions polyvalents des sels de fonte sur les substances protéiques au cours de la peptisation augmentant ainsi leur caractère hydrophile, donc d'autres liaisons se forment en présence des molécules qui grossissent, en absorbant des quantités importantes des protéines en fait augmenter leur solubilité.

\*Emulsification : la formation des liaisons ioniques inter-protéiques entraîne la gélification du réseau protéique (**Eck, 1989 ; Eck et Gillis, 2006**).

Le produit est transféré vers le bac de crémage où il va subir un brassage et un traitement thermique, assurant au produit une viscosité recherchée et désirée, après sa sortie du bac de crémage le produit est appelé le fromage fondu. Le crémage se réalise dans des conditions qui sont :

- Séjour de crémage 20 minutes.
- Vitesse d'agitation 60 à 65 tours par minute.
- Température 80-85 °C.

### **◆Le conditionnement :**

Le conditionnement se fait directement sans refroidissement et la forme du produit est donnée par l'emballage. Il est réalisé sur lignes automatisées, il doit être conduit dans les bonnes conditions d'hygiène pour éviter toute contamination du fromage par le matériel (**Berger et al., 1989**).

## **Partie bibliographique**

---

Le conditionnement de fromage fondu ne se réalise pas dans les cas suivants :

- La température inférieure à 70 °C.
- La présence des points noirs (moisissures, réaction de Maillard).
- Portions écrasé....etc.

### **◆Le refroidissement :**

Le fromage fondu conditionné à chaud doit être refroidi rapidement afin d'éviter les risques de brunissement enzymatique de la pâte, Le crémage n'est stoppé complètement que lorsque la température du fromage atteint 20°C dans la masse (**Eck et Gillis, 2006**).

Dans le cas du fromage fondu tartinable, un refroidissement rapide s'impose de manière à interrompre le processus de crémage plus au moins intenses et conserver au produit une structure courte indispensable à l'obtention des produits sur des tapis à l'air ambiant mais les meilleurs résultats sont obtenus dans des tunnels de refroidissement (**Boutonnier, 2000**).

### **◆Le stockage du produit :**

La conservation se fait dans des entrepôts dont la température se situant autour de 6-10°C s'avère suffisante pour éviter la poursuite du crémage, mais pas assez basse pour entraîner la formation de condensat sur les emballages (**Eck et Gillis, 2006**).

Certaines précautions doivent être prises au cours de la conservation des fromages fondus.

L'écrasement par surcharge et le mouillage surtout lorsqu'il s'agit de boîtes en carton doivent être évité ; aussi les changements de température brusques notamment par le passage du froid au chaud provoque la détérioration particulièrement des emballages en carton (**Luquet, 1990**). Le respect des conditions optimales au cours des différentes étapes de fabrication et celles de conservation permet d'obtenir un produit de bonne qualité (**Eck et Gillis, 2006**).



## Partie bibliographique

### 3-Les défauts de fabrication du fromage fondu :

La fabrication du fromage fondu est influencée par de nombreux facteurs tels que la nature de la matière, le choix des autres ingrédients. Ainsi, un très léger écart par rapport aux normes peut engendrer des défauts que l'on peut observer au cours de différents stades de la chaîne de fabrication (Berger *et al.* 1989).

Les défauts de fabrication du fromage fondu au moment de la fonte selon Berger *et al.* (1989) sont représentés dans le tableau n°4.

**Tableau n° 4 : Défauts au moment de la fonte (Berger *et al.*, 1989).**

Aspect de la pâte	Origine possible	Remède
La pâte du fromage reste liquide	<ul style="list-style-type: none"><li>-La matière première est trop affinée, trop décomposée et ne peut constituer une structure stable</li><li>-La teneur en eau est trop élevée.</li><li>-La durée de la fonte est trop courte.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Mélanger la matière première avec des fromages plus jeunes présentant une structure protéique plus stable.</li><li>-Diminuer la quantité d'eau ajoutée.</li><li>-Prolonger la durée de la fonte</li></ul>
La pâte forme des fils	<ul style="list-style-type: none"><li>-La matière première est trop jeune.</li><li>-Le sel de fonte est trop ou peu crémant.</li><li>-La quantité du sel de fonte est insuffisante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Ajouter du fromage plus affiné à la matière première.</li><li>-Utiliser un sel de fonte plus crémant.</li><li>-Augmenter la quantité du sel de fonte.</li></ul>
La pâte prend une coloration brun foncé	<ul style="list-style-type: none"><li>-La température de la fonte est trop élevée.</li><li>-Le temps de chauffage est long et la température est supérieure à 100°C.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Diminution de la température de chauffage pour les fromages contenant du lactose même en cas de traitement UHT.</li><li>-Réduction du temps de chauffage quand la température dépasse 100°C.</li></ul>

## Partie bibliographique

Au cours du stockage du fromage fondu, des problèmes concernant la qualité organoleptique du produit peuvent surgir, **le tableau n°5** montre quelques défauts observés au moment du stockage d'après **(Berger et al., 1989)**.

**Tableau n°5** : Défauts au cours du stockage **(Berger et al., 1989)**.

<b>Aspect de la pâte</b>	<b>Origine possible</b>	<b>Remède</b>
Le fromage colle à la feuille d'aluminium.	<ul style="list-style-type: none"><li>-Feuille d'aluminium insuffisamment laquée.</li><li>-Quantité d'eau élevée.</li><li>-La matière première est trop jeune et insuffisamment crémée.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Utiliser une feuille d'aluminium appropriée.</li><li>-Ajouter moins d'eau selon la recette et le produit fini voulu.</li><li>-Ajouter des fromages plus affinés.</li></ul>
Le fromage présente un goût instable	<ul style="list-style-type: none"><li>-Goût fade, nul «du carton» dû à des fromages jeunes.</li><li>-Goût amer dû à une matière première de mauvaise fabrication.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Ajouter des fromages plus vieux.</li><li>-Vérification sensorielle approfondie des matières premières.</li></ul>
Le fromage est caoutchouteux	<ul style="list-style-type: none"><li>-Goût alcalin dû à un pH trop élevé, généralement supérieur à 6,2.</li><li>-Aucun apport de préfonte.</li><li>-Eau ajoutée en une seule fois</li><li>-Vitesse de rotation du brasseur est trop lente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Abaisser le pH par un apport de fromage plus jeune ou un sel de font approprié.</li><li>-Ajouter une fonte bien crémée.</li><li>-Ajouter l'eau en deux fois.</li><li>-Augmenter la vitesse de rotation du brasseur.</li></ul>

## **Partie bibliographique**

---

**La présence des cristaux :** la présence des cristaux est souvent liée à un surdosage de sels de fonte ou à une dissolution incomplète des sels de fonte au cours du processus de fonte, cette cristallisation se réalise avec des produits à extrait sec élevé présentant une moindre disponibilité de l'eau utilisée à la solubilisation des polyphosphates(**Gaucheron, 2004**).

**Le gonflement :** est un accident de fabrication particulièrement grave, il se traduit par la présence de nombreux globe dans le fromage, principalement près de la surface, les germes responsables sont divers (**Veisseyre, 1979**).

### **4-La réaction de Maillard :**

Le fromage fondu est très intéressant nutritionnellement par sa richesse en protéines. De plus le consommateur recherche dans ce produit la blancheur. Il est donc impératif de limiter au maximum la réaction de Maillard lors de sa fabrication ; celle-ci entraîne la perte de la valeur nutritionnelle du produit par la réaction de condensation entre fonction carbonyle et groupement aminé entraîne une baisse de la disponibilité nutritionnelle de la lysine, alors la digestibilité des protéines est abaissée (**Cheftelet *al.*, 1976 ; Rodier et *al.*, 2009**).Le process de fabrication du fromage fondu fait intervenir une étape de stérilisation UHT ; lors de cette dernière peut se dérouler la réaction de Maillard, provoquant un brunissement non enzymatique de l'aliment (**Alais.C et *al.*, 2008**).

# Partie expérimentale

## **Partie expérimentale**

---

### **Lieu et période de travail**

Notre étude a été réalisée au niveau de la laiterie SARL Célia Algérie à Beni TamouBlida, durant une période qui s'est étalée du mois de mars jusqu' au mois de juin de l'année 2017.

### **Objectif :**

L'objectif de la présente étude est le contrôle physico-chimique du fromage fondu de la matière première au produit fini.

### **1. Matériels :**

#### **1.1. Matériel biologique**

Nous avons analysé :

- 03 échantillons des matières premières (eau, cheddar, beurre et poudre du lait 0%).
- 60 échantillons du produit semi fini (mélange) et 60 échantillons de produit fini.
- 03 échantillons de produit fini stocké.

#### **1.2. Matériel non biologique**

Le matériel employé est mentionné dans l'**annexe 03**.

### **2. Méthodes**

#### **2.1. Prélèvements des matières premières :**

##### **➤ Cheddar**

Nous avons prélevé aseptiquement 100g à partir de blocs de 20Kg stockés dans une chambre froide à 4°C à l'aide d'un couteau stérile ; et mis dans un sac stomacher.

##### **➤ Beurre**

Nous avons prélevé aseptiquement dans un sac stomâcher, 100g de beurre à l'aide d'un couteau stérile.

## Partie expérimentale

### ➤ Poudre de lait

Après avoir nettoyé la surface du sac avec de l'alcool ; à l'aide d'une spatule stérile, nous avons prélevé 100g de poudre de lait mise directement dans un sac stomâcher.

### ➤ L'eau

Le prélèvement a été effectué en laissant l'eau couler quelques instants puis nous avons rempli l'eau à analyser dans un flacon de 250ml.

## 2.2. Analyses physico-chimique de l'eau de process

**Tableau n°06** : les analyses physico-chimiques d'eau de process.

Echantillon	TA (°F)	TAC (°F)	TH (°F)	Chlore (%)	Cd	pH
Eau de process	+	+	+	+	+	+

pH= potentiel d'hydrogène ; TH= titre hydrométrique ; TA= titre alcalimétrique ;

TAC= titre alcalimétrique complet; Cd= conductivité électrique;

### a) Détermination du pH.

#### ◆Principe :

Le potentiel d'hydrogène mesure l'activité chimique des ions hydrogène ( $H^+$ ) en solution :  $pH = -\log [H_3O^+]$  le principe repose sur la différence de potentiel chimique entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution ; c'est une fonction linéaire du pH et l'échantillon à analyser doit être ramené à une température avoisinant les 20°C.

#### ◆Mode opératoire :

Nous avons rincé l'électrode avec de l'eau distillée avant et après chaque utilisation, après nous avons introduit la sonde d'un pH-mètre dans l'échantillon d'eau déjà porté à une température de 20°C



## Partie expérimentale

### ◆Expression des résultats :

Nous avons laissé stabiliser la valeur du pH, puis avons lu directement la valeur affichée sur l'écran du pH-mètre.

#### a) Mesure du titre hydrométrique (TH) :

##### ◆Principe :

La mesure du TH permet de doser la somme des ions  $Mg^{2+}$  et  $Ca^{2+}$ . Les alcalinoterreux (magnésium et calcium) présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylènediamine tétra acétique (**E.D.T.A**) à  $pH = 10$ .

La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir d'ériochrome.

◆**Mode opératoire** : Nous avons introduit 100 ml d'eau à analyser dans un Becher de 250 ml et ajouté 2 ml de solution tampon ammoniacal  $pH=10$  (pour régler le PH) et 16 gouttes d'indicateur coloré ; noir ériochrome, qui donne une couleur violet à la solution.

Ensuite nous avons versé la solution d'EDTA 0,02N en agitant jusqu'à le virage au bleu de la solution.

### ◆Expression des résultats :

V le volume nécessaire à la titration, donc  $TH=V$  (°F).



2 ml de solution tampon ammoniacal



2 gouttes de noir ériochrome couleur violet



Versé d'EDTA en agitant



## Partie expérimentale

### a) Mesure du titre alcalimétrique (TA).

#### ◆Principe :

Le TA correspond à la somme des concentrations des ions carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et des ions Hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ). Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

#### ◆Mode opératoire :

Dans un bêcher de 200ml, nous avons versé 100ml d'eau à analyser, puis avons ajouté 02 gouttes de phénophtaléine, une coloration rose s'est développée, et avons versé ensuite doucement l'acide HCl N 1/50 à l'aide d'une burette en agitant jusqu'à décoloration complète de la solution.

#### ◆Expression des résultats :

$$\text{TA} = V \text{ HCl}^\circ \text{F.}$$

### b) Mesure du titre alcalimétrique complet (TAC).

#### ◆Principe :

Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libre, carbonates et hydrocarbonates. Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré.

#### ◆Mode opératoire :

Dans 100 ml d'eau, nous avons ajouté 02 gouttes de solution de méthylorange. Nous avons titré à nouveau par l'acide HCl N 1/50 jusqu'au virage de jaune au jaune orange.

#### ◆Expression des résultats :

$$\text{TAC} = V \text{ HCl}^\circ \text{F.}$$



## Partie expérimentale

### a) Détermination de la conductivité électrique.

#### ◆Principe :

La conductivité est la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. Cette capacité dépend de plusieurs facteurs tels que la nature des ions et leurs concentrations totales. Pour l'examen de la qualité de l'eau, celle-ci est utilisée comme mesure de la concentration des solutés ionisables présents dans l'échantillon.



#### ◆Mode opératoire :

Nous avons mis l'appareil en marche, et avons rincé plusieurs fois l'électrode avec l'eau distillée. Ensuite, nous l'avons plongé dans un récipient contenant l'échantillon.

#### ◆ Expression des résultats :

Nous avons lu la conductivité relative de l'échantillon directement sur l'appareil en (mS/cm).

### b) Mesure du chlore libre

#### ◆Principe :

Le chlore est l'un des produits utilisés pour la désinfection de l'eau potable où il est employé essentiellement sous forme de chlore gazeux ou d'hypochlorite de sodium (eau de javel). La réaction est directe avec le réactif DPD (N, N- Diéthylphénylène- 1,4 diamine) qui s'oxyde en donnant une coloration rose.

#### ◆ Mode opératoire :

-Nous avons rempli un tube colorimétrique avec 10ml de l'eau ; ceci représente le blanc, et avons placé ce tube dans l'ouverture supérieure du colorimètre.

-Nous avons rempli un autre tube avec 10ml de l'eau et avons ajouté le contenu d'un sachet de réactif Diethyl-P-PhenyleneDiamine (DPD) chlore libre au second tube. Ensuite nous avons placé ce second tube dans l'ouverture supérieure de cet appareil.



## Partie expérimentale

### ◆ Expression des résultats :

Lire la concentration du chlore libre en mg/l directement sur l'écran de colorimètre.



10ml de l'eau l'ajout de DPD placé dans l'appareil

Lecture

### 2.3. Analyses physico-chimique des autres matières premières :

**Tableau n° 07** : Analyse physico-chimiques effectuées sur les différents prélèvements.

Echantillons	pH	MG (%)	EST %
Poudre de lait	-	+	+
Cheddar	+	+	+
Beurre	-	+	+

EST=Extrait sec total ; MG= Matière grasse ; pH= potentiel d'hydrogène

#### A) Détermination de l'extrait sec total (méthode par l'étuvage)

##### ◆Principe :

Le taux d'humidité du produit analysé est la perte de masse lorsqu'il est soumis à la dessiccation par l'évaporation de l'eau. Le principe de cette méthode repose sur la dessiccation par l'évaporation de l'eau à +80 C°. La matière sèche est exprimée en pourcentage en masse.

## Partie expérimentale

### A-1-Pour le beurre

#### ◆Mode opératoire :

##### -Préparation du matériel

Nous avons déposé dans la capsule 10 g de pierre ponce et avons séché l'ensemble à l'étuve à 102°C pendant au moins 1 heure.

Nous avons laissé refroidir cette dernière à température ambiante dans le dessiccateur pendant 30 minutes et avons pesé au 1 mg près.

##### -Détermination

Dans la capsule, nous avons pesé 5g de l'échantillon du beurre et l'avons placé dans l'étuve à 102°C pendant 3 heures. Après séchage, nous avons mis la capsule à refroidir à température ambiante dans le dessiccateur pendant 30 min et avons refait la pesée. Nous avons répété le séchage dans l'étuve 02heures, suivie de refroidissement dans le dessiccateur et de pesée jusqu'à ce que la perte de masse entre deux pesées successives n'excède pas 1 mg près.

#### ◆Expression des résultats : Mode de calcul et formule :

$$\left[ \frac{(m_2 - m_4) - (m_1 - m_3)}{(m_2 - m_0)} \right] \times 100$$

**m<sub>2</sub>** : est la masse en gramme de la capsule et de la prise d'essai avant séchage à l'étuve

**m<sub>4</sub>** : est la masse en gramme de la capsule et de la prise d'essai après séchage à l'étuve

**m<sub>1</sub>** : est la masse en gramme de la capsule utilisée pour l'essai à blanc avant le séchage à l'étuve

**m<sub>3</sub>** : est la masse en gramme de la capsule utilisée pour l'essai à blanc après séchage à l'étuve

**m<sub>0</sub>** : est la masse en gramme de la capsule et de pierre ponce.

## Partie expérimentale

### A-2- Pour la poudre de lait :

#### ◆ Mode opératoire :

Nous avons introduit 2g de lait sec dans la capsule et avons pesé. Nous avons étuvé l'échantillon à  $102^{\circ}\text{C} \pm 2$  pendant 3 heures. Après refroidissement dans le dessiccateur, et nous avons pesé l'échantillon.

#### ◆ Expression des résultats :

La teneur en extrait sec est donnée par la relation suivante :

$$ES \text{ en } \% = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

$m_0$  = masse de la capsule

$m_1$  = masse de la capsule + produit

$m_2$  = masse de la capsule + produit sèche.

### A-3- Pour le fromage (cheddar) :

#### -Préparation du matériel

Nous avons déposé dans la capsule 10 g de sable fin ensuite avons séché l'ensemble à l'étuve à  $102^{\circ}\text{C}$  pendant au moins 1 heure. Nous avons laissé refroidir à température ambiante dans le dessiccateur pendant 30 minutes et avons pesé à 1 mg près.

#### -Détermination

Dans la capsule, nous avons pesé 3 g de fromage (cheddar) et avons écrasé à l'aide de baguette de capsule. Nous avons placé la capsule dans l'étuve à  $102^{\circ}\text{C}$  pendant 3 heures ; ensuite mis la capsule à refroidir dans le dessiccateur pendant 30 min et avons pesé à 1 mg près (balance).

-Nous avons répété le séchage de l'étuve pendant la période de 1h à 2 heures, suivie de refroidissement dans le dessiccateur et de pesée.

## Partie expérimentale

### Expression des résultats :

La teneur en extrait sec est donnée par la relation suivante :

$$ES \text{ en } \% = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$



Des capsules



capsule avec l'échantillon



la pesée par la balance



Placer la capsule dans

l'étuve à 101°C



le refroidissement

dans le dessiccateur



Refaire la pesée

### A) Détermination de la matière grasse :

La matière grasse est déterminée par la méthode de Gerber ou méthode acido-butyrométrique de VAN GULIK (ISO : 3433-2002).

• **Principe** ; Son principe est l'attaque du lait ou le produit laitier par l'acide sulfurique et la séparation par centrifugation en présence d'alcool iso-amylque.

## Partie expérimentale

### ● Mode opératoire :

#### **B-1- Pour la poudre du lait**

-Dans un butyromètre nous avons introduit 10ml d'acide sulfurique de densité 1,825, et avons évité de mouiller le col, puis nous avons ajouté 1,1 ml de l'échantillon sans mouiller le col du butyromètre en évitant un mélange prématuré du lait avec l'acide, nous avons versé à la surface 1ml d'alcool iso-amylque ainsi sans mouiller le col, et avons évité de mélanger les liquides (si nécessaire essuyer le col du butyromètre), boucher avec soin.

-Nous avons agité le butyromètre avec précaution mais énergiquement et rapidement jusqu'à la disparition des grumeaux. Après une bonne agitation, ne pas laisser refroidir le butyromètre (si nécessaire le réchauffer à 65°C dans un bain marie). Nous avons centrifugé le butyromètre 5 min et après nous avons plongé ce dernier verticalement, bouchon en bas dans un bain marie et on laisse 5 minutes. La lecture des résultats est effectuée directement sur l'échelle du butyromètre.

#### **B-2- Pour le fromage (cheddar) :**

-Nous avons pesé sur 3g de fromage dans un godet du butyromètre de Van Gulik puis avons introduits dans le butyromètre 10 ml d'acide sulfurique ( $d=1,522\pm 0,005$ ) ; Ensuite nous l'avons placé dans un bain Marie à  $65\pm 2^\circ\text{C}$  pendant 5 minutes. Nous avons ensuite retiré le butyromètre du bain d'eau et agité énergiquement pendant 10 secondes jusqu'à avoir un fondu du fromage.

-Les opérations de chauffage et d'agitation sont répétées jusqu'à dissolution complète des protéines. Nous avons ajouté 1 ml d'alcool iso-amylque dans le butyromètre après le remettre dans un bain marie pendant 5 min. Enfin le mélange est centrifugé pendant 10 minutes. La lecture des résultats est effectuée directement sur l'échelle du butyromètre.

#### **B-3- Pour le beurre :**

-Nous avons pesé dans un godet du butyromètre 5g de beurre. Nous avons introduit le godet contenant la prise d'essai dans le butyromètre, avons ajouté délicatement et dans l'ordre (pour éviter l'attaque rapide) : 10ml d'acide sulfurique, puis 1ml d'alcool iso-amylque, et avons bouché le butyromètre et opéré des retournements successifs (toujours

## Partie expérimentale

délicatement) jusqu'à dissolution complète de beurre, et avons centrifugé le butyromètre pendant 10 min.

Nous avons sorti le butyromètre de la centrifugeuse, et nous l'avons placé au bain marie à 65°C. Après 5 min nous avons procédé à la lecture (le plus rapidement que possible, 10 secondes), si non replonger le butyromètre dans le bain marie et attendre de nouveau 5 min.



Un godet et  
Butyromètre



Introduire l'acide sulfurique  
puis alcool iso-amylique dans centrifugeuse



Placer le butyromètre au bain marie à 65°C



maintenir le butyromètre verticalement  
ajusté avec le bouchon et faire la lecture

## Partie expérimentale

### 2.4. Les analyses physico-chimiques du produit (semi fini et fini).

#### ◆ Détermination de MG, EST, et MG/EST :

Les analyses physico-chimiques ont concernées 60 échantillons de produit semi-fini (mélange), et également 60 échantillons de produit fini(fromage fondu), 100 g de chaque échantillon prélevés et déposés dans des boites de pétrier misent dans un l'appareil Food-Scan. Les résultats de ces échantillons sont définis automatiquement sur écran.



Étaler le produit dans la boite de pétrie, mettre la dans FoodScan et lire les résultats

#### ◆ Détermination du pH.

La mesure se fait directement par introduction de l'électrode dans l'échantillon et le résultat est donné par une simple lecture sur le pH mètre.



### 2.5. Les analyses physico-chimiques au cours de stockage :

Nous avons prélevé 3 échantillons du produit fini du fromage fondu afin de déterminer la variabilité des paramètres physicochimique (pH, EST et MG) pendant une période de 31 jours.

-La détermination du pH : directement par le pH mètre.

-La mesure d'EST et MG : par Food Scan.



# Résultats et discussion

## Résultats et discussion

### Résultats et Discussion :

Dans notre étude, des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur 3 échantillons des matières premières utilisées (cheddar, poudre de lait, beurre et eau) ; sur 60 échantillons du produit semi fini (mélange) ; aussi 60 échantillons de produit fini et enfin 03 échantillons au cours du stockage. Les résultats des différentes analyses effectuées sont présentés dans les tableaux qui suivent :

### 1. Résultats et discussions des analyses physico-chimiques des matières premières :

#### A- l'eau de process :

Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process réalisées sont portés dans le **tableau n°8**.

**Tableau n°8** : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.

Productions Paramètres	1	2	3	AFNOR (1986)
TH (°F)	12	11	12	15±5
pH	6,83	6,9	6,84	6,59-7,61
Cd (ms/cm)	0,40	0,41	0,41	< 0,5
TA (°F)	0	0	0	0
TAC (°F)	11,5	12	11	< 20
Test de chlore (mg/l)	0	0	0	0

D'après **Cheftel et al.,(1977)** et **Makhoukh M et al., (2011)**, l'eau destiné à être mélangée à des aliments doit présenter au moins les caractères de pureté bactériologique et

## Résultats et discussion

---

chimique d'une eau potable. Il en est de même pour l'eau utilisée pour le lavage final des appareils, récipients et ustensiles divers.

Les résultats obtenus lors de l'analyse physico-chimique de l'eau de process ont montrés que, toutes les valeurs enregistrées concordent aux normes **AFNOR(1986)**.

### **La dureté (TH) :**

La conformité de nos valeurs à celles fixées par **AFNOR (1986)**, est due à la déminéralisation de l'eau à l'aide de l'osmose. la dureté de l'eau est associée à la présence d'ions métalliques bivalents en solution ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , etc....) l'osmose inverse déminéralise l'eau, obtenant ainsi une eau déminéralisée d'une qualité voulue (**Bliefert C et al., 2001 ;Makhoukh M et al., 2011**).La dureté a un caractère lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (**Rodier et al., 2009**). Lorsque la dureté de l'eau est élevée, elle entraîne l'entartrage et peut provoquer la formation de dépôts, tandis qu'une faible dureté peut engendrer des problèmes de corrosion des installations et des tuyauteries, ce qui peut influencer sur la qualité du produit dans lequel cette eau sera utilisée (**Desjardins, 1997**).

### **Le pH :**

Pour le pH, toutes les valeurs répondent aux normes **AFNOR (1986)**.D'après **Brémaud (2006) ; Amiot et Britten M (2002)**, le pH est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'eau. L'eau naturelle présente des valeurs en pH qui varient de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés (**Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, 2005**).Pour la consommation humaine, la valeur du pH d'une eau de boisson doit être la plus proche possible de la neutralité, car au-dessus de 8, il entraîne une diminution progressive de l'efficacité du chlore sur la contamination microbienne mais lorsqu'il est inférieur à 7 ou acide, il peut provoquer une corrosion des tuyauteries métallique (**Rodier J et al., 2009**).

### **La conductivité :**

Pour la réglementation française, la référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine est comprise entre 180 et 1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  à 20°C. Donc, les valeurs indiquées dans le **tableau n°8** sont conformes aux normes **AFNOR (1986)**.La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau (**Rodier et**

## Résultats et discussion

---

*al.*, 2009). Des changements de la conductivité peuvent indiquer des problèmes de corrosion (USEPA, 2003).

### Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet (TA et TAC).

La valeur du TA est nulle. Par contre la valeur du TAC est de 10 à 12°F. Ces valeurs sont conformes aux normes AFNOR (1986), qui exigent pour le TA une valeur nulle, et pour le TAC une valeur inférieure de 20°F, car cette eau est à l'origine d'une eau naturelle filtrée, chlorée, dé-chlorée par le charbon actif et adoucie par l'osmose inverse (Rodier et *al.*, 2009).

### Chlore résiduel :

Les résultats obtenus lors de notre étude sur le chlore résiduel ont donné des valeurs nulles et donc conformes aux normes AFNOR (1986). Selon Guérré (1978), l'effet principal bactéricide de la chloration provient d'un effet d'inhibition enzymatique, ce qui implique une action destructrice directe de cet agent sur la structure même de la cellule vivante. En 1997, Desjardins a montré que les produits chimiques les plus utilisés, pour obtenir une désinfection des eaux par le chlore, est l'hypochlorite de sodium (eau de javel). Après traitement de l'eau par le chlore, on utilise le charbon actif pour éliminer le chlore résiduel (quantité totale de chlore, libre et combiné aux impuretés), dans le but d'éliminer le goût et les odeurs indésirables causés par le traitement, qui peuvent influencer sur la qualité du produit. Une teneur élevée en chlore dans l'eau de process, est un risque pour la santé du consommateur et pour la technologie agroalimentaire, car par réaction avec d'autres composés organiques solubles dans l'eau, il forme des substances chlorées dites organochlorés, dangereuses pour la santé (Bliefert et Perraud, 2001).

D'après ces résultats, nous constatons que pour l'ensemble des paramètres physico-chimiques mesurés, il y'a une conformité par rapport aux normes suivies par l'unité SARL Céliac concernant la potabilité et la qualité de l'eau destinée à l'alimentation humaine

## Résultats et discussion

### B- Cheddar :

Les résultats des analyses physicochimiques de cheddar sont portés dans le **tableau n°9**

**Tableau n° 9** : Résultats des analyses physicochimiques du cheddar.

Paramètres	productions			Norme AFNOR (1986)
	1	2	3	
pH	05,05	05,07	05,03	5 - 5.5
EST%	62,08	62,07	62,05	55-65
MG%	33,5	33,6	33,5	30-37

D'après les résultats des analyses effectuées sur le cheddar, nous constatons que :

Les valeurs du PH se situent entre (5 - 5.5) (CNIS ,2015), donc ils sont dans l'intervalle de la norme appliquée par l'entreprise et ceci est essentiel de point de vue qualité organoleptique, puisque il joue un rôle important sur la texture et le goût (Boutonnier, 2001 ; M.Mehmet AK, 2003). C'est un paramètre très important pour la conservation du produit, car le pH supérieur à la norme favorise le développement des micro-organismes et l'altération du produit AFNOR (1986).

Concernant les valeurs d'EST (62,05-62,08%), nous avons noté qu'ils sont en accord avec la norme. Ceci peut être expliqué par le bon stockage de fromage dans des conditions convenables préservant sa qualité (Norme Algérienne NA 5935., 1993 ; CNRC, 2015).

Le cheddar est riche en matière grasse avec des valeurs (33,5 -33,6%) qui sont conforme aux normes édicté par l'entreprise ; ce qui favorise le gout et la fonte pendant la fabrication (Gillis et ECK, 1997).

Le cheddar utilisé comme matière première est de bonne qualité physico-chimique.

## Résultats et discussion

### C- Poudre de lait :

Les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait sont portés dans le **tableau n°10**

**Tableau n°10** : Résultats des analyses physicochimiques de poudre de lait écrémé

Paramètres	Prélèvement			Norme AFNOR (1986)
	1	2	3	
pH	06,45	06,43	06,41	6,15 - 6,9
EST (%)	96,52	96,53	96,53	> 96
MG%	0,5	0,125	0	≤ 1,25

Les résultats d'analyses obtenus démontrent que :

-L'humidité est un facteur important de conservation, l'humidité élevée provoque la cristallisation du lactose accompagné d'une série d'altération sur le goût, l'odeur, l'acidité (**Boulanouar O et al., 2002**), ce qui n'est pas le cas pour nos résultats vu que les valeurs de d'EST sont entre (96,63 - 96,88 %) donc la poudre de lait a une humidité faible et dans l'intervalle de la norme.

-Nos valeurs de pH sont entre 6.41 et 6.45, nous constatons que ces valeurs sont comprises dans l'intervalle de la norme (6.15 - 6.9).

-De même pour la matière grasse, sa teneur est nulle ce qui confirme la norme appliqué par l'entreprise puisque il s'agit d'une poudre de lait écrémé. La présence de la matière grasse accroît sérieusement les difficultés de fabrication en raison des risques d'oxydations et du rancissement au cours de la conservation (**Luquet,1990; Jeantet R et al, 2011**)

La poudre de lait utilisée lors de la fabrication du fromage fondu est jugée de bonne qualité (**CNRC, 2015**).

## Résultats et discussion

### D- Le Beurre :

Les résultats des analyses physicochimiques de beurre réalisées sont portés dans le **tableau n°11**

**Tableau n°11:** Résultats des analyses physicochimiques de beurre.

Paramètres	prélèvement			Norme AFNOR (1986)
	1	2	3	
pH	05,64	05,63	05,64	6 max
EST%	84,12	84,16	84,17	84 - 86
MG%	84.4	85.7	85	> 80

D'après les résultats figurant dans le tableau précédent, nous relevons que :

Les valeurs du pH se situent entre (5.63 - 5.64), l'extrait sec total entre (84.12 - 84.17%), et matière grasse entre (84 - 86%), elles répondent donc parfaitement aux normes ( **Norme algérienne :NA N°10.96.25, 2013**). e beurre utilisé est de bonne qualité physico-chimique, vu le respect des bonnes conditions de stockage de ce dernier (**Gaucheron ,2004**).On peut dire aussi que nous n'avons pas remarqués ni odeur de rancissement, ni changement de couleur ce qui aurait été un signe d'oxydation (**Luquet,1990 ; Richonnet C, 2016**).

### 2. Résultats et discussions des analyses physico-chimiques de mélange :

Les résultats des analyses physico-chimiques au niveau du mélangeur sont présentés dans le tableau si dessous.

**Tableau n° 12 :** Résultats des analyses physico-chimique au niveau du mélangeur

	EST%	Norme*	MG%	Norme*	pH	Norme*
<b>01</b>	41,97	41 – 43	21,67	20 - 25	5,86	5.70– 6.70
<b>02</b>	42,51	41 – 43	20,44	20 – 25	5,9	5.70– 6.70

## Résultats et discussion

<b>03</b>	<b>42,07</b>	<b>41 – 43</b>	<b>20,35</b>	<b>20 – 25</b>	<b>5,88</b>	<b>5.70– 6.70</b>
<b>04</b>	42,06	41 – 43	22,58	20 – 25	5,83	5.70– 6.70
<b>05</b>	41,27	41 – 43	22,42	20 – 25	5,95	5.70– 6.70
<b>06</b>	41,71	41 – 43	21,78	20 – 25	5,85	5.70– 6.70
<b>07</b>	42,94	41 – 43	23,92	20 – 25	5,93	5.70– 6.70
<b>08</b>	41,57	41 – 43	22,38	20 – 25	5,86	5.70– 6.70
<b>09</b>	41,52	41 – 43	21,28	20 – 25	5,88	5.70– 6.70
<b>10</b>	41,31	41 – 43	22,26	20 – 25	5,86	5.70– 6.70
<b>11</b>	42,43	41 – 43	22,48	20 – 25	5,83	5.70– 6.70
<b>12</b>	42,93	41 – 43	23,45	20 – 25	5,89	5.70– 6.70
<b>13</b>	42,38	41 – 43	22,02	20 – 25	5,85	5.70– 6.70
<b>14</b>	41,61	41 – 43	22,08	20 – 25	5,84	5.70– 6.70
<b>15</b>	41,34	41 – 43	21,8	20 – 25	5,86	5.70– 6.70
<b>16</b>	43,26	41 – 43	20,68	20 – 25	5,9	5.70– 6.70
<b>17</b>	42,16	41 – 43	23,09	20 – 25	5,93	5.70– 6.70
<b>18</b>	42,75	41 – 43	23,69	20 – 25	5,75	5.70– 6.70
<b>19</b>	42,57	41 – 43	23,03	20 – 25	5,84	5.70– 6.70
<b>20</b>	41,7	41 – 43	20,59	20 – 25	5,9	5.70– 6.70
<b>21</b>	42,05	41 – 43	21,49	20 – 25	5,95	5.70– 6.70
<b>22</b>	41,78	41 – 43	20,08	20 – 25	5,9	5.70– 6.70
<b>23</b>	42,53	41 – 43	23,21	20 – 25	5,93	5.70– 6.70
<b>24</b>	41,55	41 – 43	20,03	20 – 25	4,93	5.70– 6.70
<b>25</b>	41,29	41 – 43	22,43	20 – 25	5,9	5.70– 6.70
<b>26</b>	42,79	41 – 43	20,94	20 – 25	5,85	5.70– 6.70
<b>27</b>	41,97	41 – 43	22,27	20 – 25	5,89	5.70– 6.70



## Résultats et discussion

<b>28</b>	<b>42,03</b>	<b>41 – 43</b>	<b>21,44</b>	<b>20 – 25</b>	<b>5,84</b>	<b>5.70– 6.70</b>
<b>29</b>	42,67	41 – 43	21,96	20 – 25	5,95	5.70– 6.70
<b>30</b>	43,3	41 – 43	23,9	20 – 25	5,98	5.70– 6.70
<b>31</b>	41,48	41 – 43	22,38	20 – 25	5,82	5.70– 6.70
<b>32</b>	42,91	41 – 43	23,73	20 – 25	5,86	5.70– 6.70
<b>33</b>	42,78	41 – 43	23,76	20 – 25	5,84	5.70– 6.70
<b>34</b>	41,77	41 – 43	23,07	20 – 25	5,85	5.70– 6.70
<b>35</b>	41,72	41 – 43	23,37	20 – 25	5,82	5.70– 6.70
<b>36</b>	42,81	41 – 43	22,81	20 – 25	5,97	5.70– 6.70
<b>37</b>	42,01	41 – 43	24,16	20 – 25	5,86	5.70– 6.70
<b>38</b>	41,79	41 – 43	23,1	20 – 25	5,83	5.70– 6.70
<b>39</b>	42,74	41 – 43	23,15	20 – 25	5,94	5.70– 6.70
<b>40</b>	42,89	41 – 43	22,84	20 – 25	5,93	5.70– 6.70
<b>41</b>	41,81	41 – 43	20,92	20 – 25	5,9	5.70– 6.70
<b>42</b>	41,27	41 – 43	21,18	20 – 25	5,9	5.70– 6.70
<b>43</b>	41,94	41 – 43	21,95	20 – 25	5,86	5.70– 6.70
<b>44</b>	41,87	41 – 43	21,87	20 – 25	5,88	5.70– 6.70
<b>45</b>	41,5	41 – 43	24,49	20 – 25	5,85	5.70– 6.70
<b>46</b>	41,96	41 – 43	21,83	20 – 25	5,84	5.70– 6.70
<b>47</b>	42,41	41 – 43	20,8	20 – 25	5,86	5.70– 6.70
<b>48</b>	41,04	41 – 43	20,82	20 – 25	5,81	5.70– 6.70
<b>49</b>	42,24	41 – 43	21,07	20 – 25	5,77	5.70– 6.70
<b>50</b>	42,31	41 – 43	22,81	20 – 25	5,94	5.70– 6.70
<b>51</b>	41,36	41 – 43	20,8	20 – 25	5,91	5.70– 6.70
<b>52</b>	41,98	41 – 43	20,47	20 – 25	5,85	5.70– 6.70

## Résultats et discussion

<b>53</b>	<b>41,63</b>	<b>41 – 43</b>	<b>22,56</b>	<b>20 – 25</b>	<b>5,97</b>	<b>5.70– 6.70</b>
<b>54</b>	42,49	41 – 43	22,52	20 – 25	5,96	5.70– 6.70
<b>55</b>	42,04	41 – 43	23,34	20 – 25	5,82	5.70– 6.70
<b>56</b>	41,44	41 – 43	22,46	20 – 25	5,86	5.70– 6.70
<b>57</b>	42,11	41 – 43	22,96	20 – 25	5,78	5.70– 6.70
<b>58</b>	41,75	41 – 43	22,13	20 – 25	5,82	5.70– 6.70
<b>59</b>	41,72	41 – 43	23,03	20 – 25	5,87	5.70– 6.70
<b>60</b>	42,13	41 – 43	23,66	20 - 25	5,84	5.70– 6.70

Norme\* :Norme AFNOR(1986)

D'après les résultats physico-chimiques de produit semi fini au niveau du mélangeur nous avons constaté les valeurs du pH, EST, et MG, répondent parfaitement aux normes.

Une conformité des valeurs de pH qui est entre (5,75- 5,97), cette dernière est obtenue après correction par l'ajout de l'acide citrique ou de l'eau aux ingrédients après une première homogénéisation .Le pH est un paramètre essentiel pour l'échange ionique et la peptisation des protéines (**Roussel S, 2014**) , ainsi, il joue un rôle très important sur le goût et la texture du point de vue organoleptique (**Mescle et al., 1988**).

Pour ce qui est de l'EST les résultats sont conformes aux normes (41–43%) avec des valeurs comprises entre (41,04- 42,94%). Ceci s'explique par le bon choix des matières premières ainsi qu'à l'exactitude des pesées et le respect de la formulation au cours de la fabrication (**Gueguen., 1992 ; Jeantet R et al, 2011**). Parfois l'insuffisance de temps d'agitation et l'injection de l'eau froide dans le mélangeur peut être la cause principale de l'augmentation du taux d'humidité dans le mélange et par conséquent de la diminution de l'extrait sec et aussi une pate n'est pas bien homogénéisée augmente le taux de l'extrait sec (**Makhoukh M et al., 2011**).

Les valeurs obtenues pour la matière grasse sont entre (20,03-24,49%) et elles sont conformes aux normes (20 – 25).Selon **Choisy et al. (1987)** et **Bachtarzi N et al., (2015)** la matière grasse influe sur la texture de la pâte, elle a aussi un rôle très important comme solvant de composants d'arôme.

## Résultats et discussion

### 3. Résultats et discussions des analyses physico-chimiques de fromage fondu :

Les résultats des analyses physico-chimiques au niveau du mélangeur sont présentés dans le **tableau n° 13**

**Tableau n°13** : Résultats des analyses physico-chimique du produit fini

	EST%	Norme*	MG%	Norme*	pH	Norme*
<b>01</b>	38,82	38 – 40	18,21	17.5– 19.5	5,63	5.55 - 5.75
<b>02</b>	39,11	38 – 40	17,80	17.5– 19.5	5,6	5.55 - 5.75
<b>03</b>	39,69	38 – 40	18,54	17.5– 19.5	5,62	5.55 - 5.75
<b>04</b>	38,46	38 – 40	17,62	17.5– 19.5	5,7	5.55 - 5.75
<b>05</b>	39,78	38 – 40	18,27	17.5– 19.5	5,74	5.55 - 5.75
<b>06</b>	38,47	38 – 40	17,83	17.5– 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>07</b>	38,99	38 – 40	17,52	17.5– 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>08</b>	39,37	38 – 40	18,14	17.5– 19.5	5,74	5.55 - 5.75
<b>09</b>	39,14	38 – 40	18,87	17.5– 19.5	5,74	5.55 - 5.75
<b>10</b>	38,48	38 – 40	18,29	17.5– 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>11</b>	39,24	38 – 40	18,06	17.5– 19.5	5,73	5.55 - 5.75
<b>12</b>	39,29	38 – 40	17,84	17.5– 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>13</b>	39,99	38 – 40	18,81	17.5– 19.5	5,74	5.55 - 5.75
<b>14</b>	38,52	38 – 40	17,79	17.5– 19.5	5,75	5.55 - 5.75
<b>15</b>	38,86	38 – 40	17,82	17.5– 19.5	5,73	5.55 - 5.75
<b>16</b>	38,56	38 – 40	18,25	17.5– 19.5	5,75	5.55 - 5.75
<b>17</b>	38,77	38 – 40	17,87	17.5– 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>18</b>	39,32	38 – 40	17,71	17.5– 19.5	5,7	5.55 - 5.75
<b>19</b>	39,19	38 – 40	18,96	17.5– 19.5	5,65	5.55 - 5.75

---

<b>20</b>	39,89	38 – 40	19,23	17.5 – 19.5	5,68	5.55 - 5.75
<b>21</b>	38,62	38 – 40	17,86	17.5 – 19.5	5,71	5.55 - 5.75
<b>22</b>	41,79	38 – 40	19,26	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>23</b>	39,21	38 – 40	18,34	17.5 – 19.5	5,71	5.55 - 5.75
<b>24</b>	38,84	38 – 40	18,56	17.5 – 19.5	5,73	5.55 - 5.75
<b>25</b>	39,65	38 – 40	18,29	17.5 – 19.5	5,74	5.55 - 5.75
<b>26</b>	39,2	38 – 40	18,79	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>27</b>	39,59	38 – 40	18,86	17.5 – 19.5	5,73	5.55 - 5.75
<b>28</b>	39,03	38 – 40	18,7	17.5 – 19.5	5,75	5.55 - 5.75
<b>29</b>	39,24	38 – 40	18,79	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>30</b>	39,58	38 – 40	18,17	17.5 – 19.5	5,74	5.55 - 5.75
<b>31</b>	39,57	38 – 40	18,83	17.5 – 19.5	5,71	5.55 - 5.75
<b>32</b>	38,52	38 – 40	18,06	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>33</b>	39,22	38 – 40	18,46	17.5 – 19.5	5,67	5.55 - 5.75
<b>34</b>	39,74	38 – 40	19,51	17.5 – 19.5	5,67	5.55 - 5.75
<b>35</b>	39,34	38 – 40	18,55	17.5 – 19.5	5,67	5.55 - 5.75
<b>36</b>	38,56	38 – 40	18,39	17.5 – 19.5	5,66	5.55 - 5.75
<b>37</b>	38,91	38 – 40	19,08	17.5 – 19.5	5,58	5.55 - 5.75
<b>38</b>	39,58	38 – 40	19,15	17.5 – 19.5	5,75	5.55 - 5.75
<b>39</b>	39,62	38 – 40	19,25	17.5 – 19.5	5,73	5.55 - 5.75
<b>40</b>	39,26	38 – 40	18,99	17.5 – 19.5	5,71	5.55 - 5.75
<b>41</b>	39,07	38 – 40	18,87	17.5 – 19.5	5,74	5.55 - 5.75
<b>42</b>	38,82	38 – 40	19,08	17.5 – 19.5	5,75	5.55 - 5.75
<b>43</b>	39,26	38 – 40	18,48	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75
<b>44</b>	39,42	38 – 40	17,95	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75

---

45	39,15	38 – 40	19,03	17.5 – 19.5	5,73	5.55 - 5.75
46	39,00	38 – 40	17,63	17.5 – 19.5	5,71	5.55 - 5.75
47	39,70	38 – 40	18,23	17.5 – 19.5	5,69	5.55 - 5.75
48	38,31	38 – 40	17,55	17.5 – 19.5	5,66	5.55 - 5.75
49	38,36	38 – 40	18,01	17.5 – 19.5	5,67	5.55 - 5.75
50	38,92	38 – 40	18,12	17.5 – 19.5	5,68	5.55 - 5.75
51	38,84	38 – 40	18,58	17.5 – 19.5	5,74	5.55 - 5.75
52	38,66	38 – 40	18,56	17.5 – 19.5	5,75	5.55 - 5.75
53	38,01	38 – 40	18,37	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75
54	39,44	38 – 40	18,43	17.5 – 19.5	5,68	5.55 - 5.75
55	38,16	38 – 40	19,37	17.5 – 19.5	5,68	5.55 - 5.75
56	39,93	38 – 40	19,46	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75
57	39,16	38 – 40	18,35	17.5 – 19.5	5,69	5.55 - 5.75
58	39,79	38 – 40	18,19	17.5 – 19.5	5,73	5.55 - 5.75
59	39,52	38 – 40	18,95	17.5 – 19.5	5,72	5.55 - 5.75
60	39,86	38 – 40	18,38	17.5 – 19.5	5,69	5.55 - 5.75

Norme\* : Norme AFNOR(1986)

D'après les résultats physico-chimique de fromage fondu, nous constatons une conformité des valeurs de pH qui est entre (5,58- 5,75%), MG est entre (17,52-19,46%), EST (38,01-39,99%), par rapport aux normes exigées par l'entreprise, cela indique une bonne qualité physico-chimique du fromage fondu.

Le pH des fromages fondus est un paramètre important car il agit d'une part sur la dissociation des différents groupes de liaison calcium donc sur l'action des sels de fonte et d'autre part sur la solution des protéines (**Majdi A., 2009**).

D'après **Mescle et al., (1988)**et **Gueguen, (1992)**, l'aw est probablement le facteur clé qui détermine la stabilité ou l'altération de l'aliment. Après les traitements thermiques effectués au cours de processus de fabrication Précuisson (80°C à 90°C) et le traitement UHT (132°C à 145°C), il pourrait y avoir des pertes du condensat qui sont compensées par

## Résultats et discussion

l'injection de l'eau chaude qui augmente le taux d'humidité et diminue EST(Gillis, 2006 ; Jeantet R et *al.*, 2011).

### 4. Evolution des paramètres physico-chimique de produits au cours de stockage :

Notre suivi des trois paramètres physico-chimiques au cours de stockage a été effectué sur 3 échantillons. Les résultats sont comparés aux normes internes de l'entreprise qui ne sont que la norme AFNOR 1986 et ils sont présentés dans les tableaux qui suivent :

**Tableau n14 :** Evolution de l'extrait sec au cours de stockage.

	01	02	03	Norme
<b>1 jour</b>	38,96	39,78	39,19	38-40
<b>après 7 jours</b>	38,91	39,71	39,11	38-40
<b>après10jours</b>	38,87	39,64	39,05	38-40
<b>après14jours</b>	38,80	39,59	39	38-40
<b>après18jours</b>	38,76	39,52	38,97	38-40
<b>après23jours</b>	38,69	39,40	38,94	38-40
<b>après31jours</b>	38,58	39,26	38,89	38-40

**Tableau n° 15:** Evolution de matière grasse au cours de stockage.

	01	02	03	norme
<b>1 jour</b>	19,26	18,99	18,51	17,5-19,5
<b>après 7 jours</b>	19,24	18,96	18,49	17,5-19,5
<b>après10jours</b>	19,23	18,94	18,47	17,5-19,5
<b>après14jours</b>	19,20	18,90	18,43	17,5-19,5
<b>après18jours</b>	19,17	18,88	18,42	17,5-19,5

## Résultats et discussion

après23jours	19,14	18,85	18,40	17,5-19,5
après31jours	19,12	18,82	18,38	17,5-19,5

**Tableau n° 16** : Évolution de pH au cours de stockage

	01	02	03	Norme
1 jour	5,66	5,62	5,71	5,55-5,75
après7jours	5,67	5,64	5,73	5,55-5,75
après10jours	5,68	5,65	5,73	5,55-5,75
Après14jours	5,69	5,68	5,75	5,55-5,75
après18 jours	5,70	5,69	5,77	5,55-5,75
après23 jours	5,73	5,72	5,78	5,55-5,75
après31 jours	5,76	5,74	5,79	5,55-5,75

Les paramètres physico chimiques au cours de stockage n'ont pas subi des variations importantes et restent conformes aux normes. Ceci est principalement dû à la bonne température de refroidissement dans les chambres de stockage.

L'abaissement inapproprié de la température provoque l'augmentation de taux d'humidité (**norme AFNOR., 1986 ; NA N°10.96.25., 2013**), et donc la diminution de l'extrait sec et la matière grasse par contre le pH augmente.

Selon **Gueguen (1992)**, l'aw est un facteur essentiel qui détermine la stabilité de l'aliment. Le taux d'humidité est un paramètre qu'il faut l'analyser, car il peut entraîner des altérations des aliments (**Roustel S. et Boutonnier J.L, 2015**). Alors il peut provoquer des effets néfastes en la santé humaine (consommateurs) (**Mathieu, 1998**).

Conclusion



## **Conclusion**

L'objectif de la présente étude est de contrôler les paramètres physico-chimiques du fromage fondu de la matière première (poudre de lait 0%, beurre, cheddar et eau de process), en cours de fabrication (mélange), le produit fini, et le produit durant le stockage.

Nous constatons d'après les résultats que l'ensemble des paramètres physico-chimiques mesurés, sont conforme aux normes Algérienne.

Ceci peut s'expliquer par :

- La bonne qualité des matières premières.
- La bonne maîtrise des dosages des ingrédients.
- La bonne maîtrise du processus technologique et le contrôle rigoureux du produit tous au long de la chaîne de fabrication.
- L'hygiène appliquée autour de produit.

Ainsi nous pouvons conclure que le fromage fondu est de bonne qualité du point de vue physico-chimique, cette qualité assure la confiance du consommateur.

# Références bibliographiques

- 1- **AFNOR., 1986.** Contrôles de la qualité des produits laitiers, Paris, p1030.
- 2- **AFNOR., 1986.** Contrôle de la qualité des produits laitier, p222.
- 3- **Alais C., Linden G., Miclo L., 2008.** Biochimie alimentaire, 6ieme édition de l'abrégé.29.Ed. DUNON, col. Science sup. Pagination multiple.
- 4- **Amiot et Britten M., 2002.** Science et technologie du lait : manuel de transformation du lait. Edition TEC et DOC : 362-378 p.
- 5- **Anonyme 3., 1999.**« Le guide des aliments, Indispensable à tout amateur de cuisine » Ed Québec Amérique Inc., canada, 219 p.
- 6- **Anonyme., 2007 :** [www.lesfromageries.com](http://www.lesfromageries.com)
- 7- **Bachtarzi N., Amourache L., At Dehkal G., 2015.**Qualité du lait cru destine à la fabrication d'un fromage à pâte molle type camembert dans une laiterie de Constantine (Est Algérien). International journal of innovation and scientific research. Issn 2351-8014 Vol. 17 No. 1 Aug. 2015, Pp. 34-42.
- 8- **Berger W., Klostermeyer H., Merkenich K., Uhlmann G., 1989.** La fabrication du fromage fondu. Ed. BK Ladenburg, 233 p.
- 9- **Bliefert C et Perraud R., 2001.** Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Edition Paris de Book XVIII. 477 p.
- 10- **Boulanouar O., Chegrani A., 2002.** Etude hygiénique et physico-chimique du lait recombiné pasteurisé conditionné et du lait fermenté acidifié (L'ben) au niveau de la LFB. Th. D'ingénieur d'état en génie biologique. USTHB, p. 10-38.
- 11- **Bourquin M et Vouga C., 1987.** Recettes culinaires et hygiène alimentaire, département de l'Instruction publique du canton de Neuchâtel, 1987, p. 154.
- 12- **Boutonnier JL., 2000.** La fabrication du fromage fondu. Technique d'ingénieur p 2, 3,11.
- 13- **Boutonnier J.L., 2001.** Fabrication du fromage fondu. Techniques d'ingénieur. P. 2-14.
- 14- **Carol., 2002.** science et technique du lait, 149p.
- 15- **Cheftel H., Cheftel J.C., Besancon P., 1977.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Paris, techniques et Documentation- Lavoisier, p. 420.
- 16- **Cheftel J.C et Cheftel H., 1990.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments ; volume 2 : Tec et Doc. 800 p

- 17- **Cheftel J.C et Cheftel H., 1976.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, volume 1. Ed. Technique et Documentation. Ingénieurs praticiens. p333-p351.
- 18- **Choisy C., Desmazeaud M., Gripon J.C., Lambere G., Lenoir J., Tourneur C., 1987.** Les phénomènes microbiologiques et enzymatiques et la biochimie des fromages. Ed. : 2. Paris, techniques et documentations – Lavoisier, p. 62-99.
- 19- **CIDIL., 2007.** Centre Interprofessionnel de Documentation et d'Information Laitières.
- 20- **CNIS., 2015.** Centre national de l'informatique et des statistiques d'Alger. Statistiques d'importation du cheddar, Algérie. Informations consultées le 02 Mars 2016.
- 21- **Codex Standard 283-1978,** norme générale pour le fromage. Lait et produit laitiers. 2ème édition.pl.
- 22- **Courtine R.J., 1972.** « Dictionnaire des fromages ». Librairie Larousse p 73-74.
- 23- **CNRC., 2015:** Centre national du registre du commerce Algérien. Statistique de nombre de fromageries au territoire national Algérien. Informations reçue le 27 Avril 2016.
- 24- **Debry G., 2001.** Lait, nutrition et santé (Ed.) Tec et doc Lavoisier. Paris, France, Pp. 45-84.
- 25- **Desjardins R., 1997.** Le traitement des eaux. 2<sup>ème</sup> édition, presses internationales polytechnique de Montréal. 304 p.
- 26- **Desmazeaud M., 1992.** Taxonomie et différents biotypes in « les groupes microbiens d'intérêt laitier », édition CCEPIL. 257 p.
- 27- **Eck A., 1989.** Le fromage. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, p. 385 – 409.
- 28- **Eck A., Gillis J.C., 2006.** Le fromage. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris p. 691 – 707.
- 29- **Fournier A., 2006.** « La vache. Artémis », Slovaquie, p 97.
- 30- **Fredot., 2006.** connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique (éd. Tec. Et doc) Lavoisier, Paris Pp59-87.
- 31- **F.A.O., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. N° 28. Rome, F.A.O, p 271.
- 32- **FAO/OMS n° A-6-1978.** Codex alimentaire : « lait et produit laitiers ». Ed. 2. Rome, FAO /OMS, 136 p.
- 33- **Gaucheron F., 2004.** Minéraux et produits laitiers. Ed. Technique et documentation, Lavoisier, Paris. P 567 – 569.

- 34- **Gaucheron F., 2004.** Minéraux et produits laitiers, édition Tec et Doc, Lavoisier. P 566, 581, 582.
- 35- **Gilis J.C., 1997.** Le produit dénommé fromage : définition du fromage et normalisation in : le fromage. Ed. : 3.Paris, Techniques et documentation- Lavoisier, p.846- 849.
- 36- **Gouedranche H., Canier C.B., Gassi J.Y., et Schuck P., 2002.** Finding of Inquiest in South Australia coroners act.
- 37- **Gripton et John., 1975.** Finding of Inquiest in South Australia coroners act.
- 38- **Guérré et Gomella., 1978.** Le traitement de l'eau publique, industrielle et privée. Edition Eyrolles. 2<sup>ème</sup> édition. 262p.
- 39- **Jeantet R., Brulé G et Delaplace G., 2011.** Génie des procédés appliqué à l'industrie laitière. Lavoisier
- 40- **LARPENT., 1997.** « Microbiologie alimentaire : technique de laboratoire», technique et documentation – Lavoisier ,1073p.
- 41- **Luquet F.M., 1985.** Lait et produits laitier : vache, brebis, chèvre, volume 2, les produits laitiers transformation et technologies. P2, 254,259.
- 42- **Luquet., 1990.** Lait et produits laitier : vache, brebis, chèvre, volume 3, qualité-énergie et table de composition. Edition Tec et Doc, Lavoisier-paris, p 99
- 43- **Majdi A., 2009.** « Séminaire sur les fromages AOP et IGP », INT-Ingénieur Agronomie, p 88.
- 44- **Makhoukh M., SbaaM., Berrahou A., Clooster A-Van., 2011.** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya ( Maroc Oriental). Larhyss journal. 9 : 149-169.
- 45- **Maria Saarila., 2007.** Functional dairy products, CRC Press, England, Vol 2, p 418.
- 46- **Mathieu J., 1998.** Initiation à la physicochimie du lait. Guides technologiques des IAA, Edition : TEC et DOC, Lavoisier, Paris. 215p.
- 47- **Mietton., 1995.** transformation du lait en fromage. In bactérie lactiques (de Roissard et Luquet) édition lorica. Tome I. P 55.
- 48- **M. Mehmet A.K., 2003.** Cheeserheology and texture, CRC PRESS, USA, Pp 145-23.
- 49- **NA. 5935., 1993.** Norme générale pour le fromage fondu et le fromage pour tartine. Norme algérienne.

- 50- **Norme Algérienne : NA N°10.96.25., 2013.** Méthode d'analyse pour détermination de la teneur en eau (méthode par étuvage). Ministère du commerce, CACQE (IDAQUALITEC).
- 51- **NF. T90-031., 1990.** Norme Française. Arrêté du février 1990 relatif aux méthodes de référence pour l'analyse des eaux destinées à la consommation humaine.
- 52- **Pougheon S., Goursaud J., 2001.** Le lait caractéristique physicochimique.
- 53- **Pradal., 2012.** Transformation fromagère caprine fermière, Lavoisier.
- 54- **Ramish C., Chandan Arum Kilara., 2011.** Dairy Ingredients for food processing. Wiley-Blackwelle, USA, Pp 255-226.
- 55- **Richonnet C., 2016.** Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. CahNutrDiet, 51(1), 48-56.
- 56- **Rodier J., Legube B., Merlet N., Brunet R., 2009.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8<sup>ème</sup> édition Dunod. Paris, France. 1579p.
- 57- **Roustel S., 2014.** Fromage fondu : physico-chimie du processus de fonte. Techniques de l'ingénieur, F6310: 2: 1-15.
- 58- **Roustel S. et Boutonnier J.L., 2015.** Fromage fondu : Technologie de fabrication et contrôle qualité. Techniques de l'ingénieur, F6311: 1: 1-19.
- 59- **Schuck et al 2004.** Immigration and public opinion in Liberal démocratique.
- 60- **Soustre Yvette., Septembre 2007.** Questions sur l'histoire, sociologie et image du lait. Site du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL). Hors série n°2. 8p.
- 61- **Tamime A.Y., 2011.** Processed cheese and analogues: An overview. Processed cheese and analogues. Oxford, UK
- 62- **USEPA., 2003.** United States Environmental protection Agency. Response protocol Toolbox. Planning for and responding to drinking Water Contamination Threats and Incidents. Module 3 : Site Characterization and Sampling Guide. 83p.
- 63- **Veisseyre R., 1979.** Technologie du lait (Constitution, récolte, traitement et transformation du lait). 3<sup>ème</sup> édition, la maison rustique. Paris P 559.
- 64- **Vignola C.L., 2002.** Science et technologie du lait, Edition presses internationales polytechniques. Canada ISBN, 600 p.

# Les annexes

## Annexe 01

### Les bulletins des charges des matières premières des fournisseurs.

#### ◆ Cheddar :

##### ➤ Tableau n°1 ; Physico-chimique.

<b>Humidité %</b>	<b>37%</b>
<b>MG %</b>	<b>32%</b>
<b>Sel %</b>	<b>1,80%</b>
<b>pH</b>	<b>5,10%</b>
<b>FDM %</b>	<b>53%</b>

#### ◆ Beurre :

##### ➤ Tableau n° 2 : Physico-chimique

<b>MG</b>	<b>99,8%</b>
<b>Humidité, composant non gras</b>	<b>0,1%</b>
<b>Acide gras libre (acide oléique)</b>	<b>0,35%</b>
<b>Indice de peroxyde</b>	<b>0,5 meq O2</b>
<b>Energie/ 100g</b>	<b>3700 kj/ 900k cal</b>

#### ◆ Sel de fonte

##### ➤ Tableau n° 3 : Physico-chimique.

<b>Phosphate</b>	<b>50,8%</b>
<b>Arsenic</b>	<b>1,8 ppm</b>
<b>Plomb</b>	<b>1,8 ppm</b>
<b>Mercur</b>	<b>0,2 ppm</b>
<b>Cadmium</b>	<b>0,1 ppm</b>
<b>Métal lourd</b>	<b>8 ppm</b>
<b>PH 1% Solution</b>	<b>7,9</b>



◆ Caséine présure.

➤ Tableau n° 4 : Physico-chimique.

<b>Cendre</b>	<b>8,85%</b>
<b>PH</b>	<b>7,00</b>
<b>Humidité</b>	<b>9,65%</b>
<b>MG</b>	<b>1,00%</b>
<b>Protéines S/ESD</b>	<b>90,65%</b>
<b>Lactose</b>	<b>0,2%</b>
<b>Nitrate</b>	<b>50 ppm</b>
<b>Propreté 25g</b>	<b>A admi</b>

◆ Caséine acide.

➤ Tableau n° 5 : Physico-chimique.

<b>Humidité</b>	<b>9,50%</b>
<b>Protéine (N* 6,38) sur sec%</b>	<b>96%</b>
<b>MG%</b>	<b>1,3%</b>
<b>Lactose%</b>	<b>0,1%</b>
<b>Matière minérale%</b>	<b>2,1%</b>
<b>Nitrates ppm</b>	<b>45 ppm</b>

## Annexe 02

**Tableau :**Fabrication du fromage fondu portion triangle PRESIDENT

<b>Étapes</b>	<b>Ingrédients</b>	<b>Température cible</b>	<b>Valeur de rejet</b>	<b>Equipement</b>
Broyage des matières premières	Cheddar Beurre	Température MP> 8°C	< 8°C	Hachoir automatique
Pesée	Cheddar, Beurre, Poudre de lait, Crème fraiche, Caséine, Sel de fonte, Acide citrique, Pâte fraiche, fine camembert, Camembert en pièces brie, préfonte générée, sel.			Balance électronique
Mélange		Temps : 45 min T° cible : 40°C	40°C<T°<50°C	2 mélangeurs de 1500kg tournant en alternance.
Préchauffage		T° :80°C	T° : 110°C	Précuisseur : vapeur En contact direct avec le produit
Filtration		Porosité des poches filtrante : 1250 microns		Une batterie de filtre qui tourne en alternance.
Homogénéisation dans le bac de lancement		Quantité : 100kg-300kg T° :80°C		Le bac de lancement assure la continuité de l'UHT

Traitement UHT	Injection de vapeur : 9 bars	T° cible 138°C Chambrage 5°C-8°C	T°< 135°C T°< 147°C	Cuisseur continu UHT 1500kg/heure
Extraction de la vapeur		Dépression : -0,25%		
Refroidissement		T° cible : 96°C	T°< 90°C	
Filtration		Porosité des poches filtrante : 300 microns		Une batterie de filtre qui tourne en alternance
Crémage		Viscosité cible : 1800mpas T° cible : 83°C Temps de séjour 10-30 min		2 bacs de crémage qui tournent en alternance fluide : Viscosité<1500mpas Viscosité 2500mpas
Conditionnement		T° cible : 75°C		3 enveloppeuses doseuses de fromage CORRAZA T°< 68°C
Mise en boîte		Manuelle		
Dattage		Jet d'encre		Imprimante
Brandolage				Brandoleuse GRANDI
Mise en carton				
Palettisage		Manuelle		
refroidissement à température ambiante		T° ambiante pdt 24h (selon texture)		
Stockage en chambre froide		4°C- 8°C		Chambre froide du commercial

## **Annexe 03**

### **- Matériel non biologique**

- Becher de 250 ml
- Becher de 200 ml
- Boîtes de pétrie stériles
- Burette
- Spatule
- Capsules contiennent :
  - Sable (pour Cheddar)
  - Pierre ponce (pour Beurre)
  - Vide (pour la poudre de lait)

### **\*Réactifs et Solutions :**

- Phénolphtaléine
- Acide sulfurique 0.02 N
- Méthylorange
- Acide sulfurique 0.1N
- Réactif Diethyl-P-Phenylenediamine (DPD)
- Acide éthylénediamine tétra acétique (E.D.T.A) à pH = 10.
- Eau distillée
- Alcool iso-amylque

### **\*Appareillage :**

- Conductimètre
- Etuve
- Balance
- Déseccateur
- pH mètre
- Butyromètre
- Bain marie
- Centrifugeuse

-FoodScan TM

**Annexe 04**



pH mètre pour les produits liquides



pH mètre pour les produits semi-solides



Capsule contient le sable



Capsule contient les pierres  
Ponce



Food Scan TM



Balance



Dessiccateur



Etuve



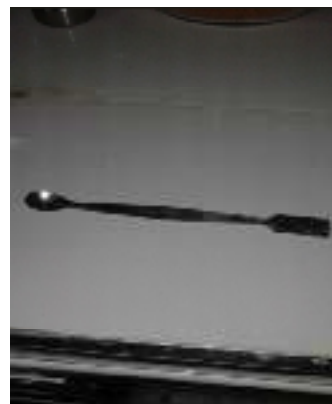
Centrifugeuse



Bain marie



Butyromètre



Spatule

