



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون
قسم العلوم البيولوجية
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaire

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème

**Evaluation de la qualité physicochimique et microbiologique
du fromage fondu en fonction des conditions de conservation**

Présenté par :

- LEKBIR Widad
- MAOUCHE Amina

Devant le jury :

Président :	TOUATI.N	M.C.A	(Univ Mohamed Elbachir Elibrahimi B.B.A)
Encadrant :	BAAZIZ.N	M.C.B	(Univ Mohamed Elbachir Elibrahimi B.B.A)
Co-encadrant:	MERIBAI.A	M.C B	(Univ Mohamed Elbachir Elibrahimi B.B.A)
Examinatrice:	ABED.H	M.A.B	(Univ Mohamed Elbachir Elibrahimi B.B.A)

Année universitaire: 2017/2018

Remerciement

Tout d'abord nos remerciements au Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenant à remercier notre encadreur M^{me} Baaziz. N pour son encadrement, ses conseils et son aide précieux et constant qu'il m'a apporté tout au long de ce travail, ainsi que pour les remarques constructives qu'il m'a donné lors de la rédaction de ce mémoire

Notre sincère remerciement au M^r Meribai. A Co-encadreur pour sa disponibilité son aide précieuse et son encouragement

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury Touati N pour l'intérêt qu'ils ont porté à mes recherche en acceptant de présidé ce modeste travail et M^{me} Abed H pour qu'elle accepter d'examiner ce travail Et de l'enrichir par leurs propositions

Nous adressons nos plus sincères remerciements à tous les enseignants de département de biologie qui, par leur enseignement, ont contribué à ma formation durant tout nos cursus universitaire. Enfin, nous tenant également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :
A celui qui a été toujours Mon support dans cette vie, celui qui me
donne le courage éclatant pour continuer à chaque fois que j'ai
l'impression de reculer... papa «Brahim» que DIEU vous protège.*

*A celle qui était et qui restera mon soutien dans cette vie, à celle qui
ma renseigné comment aimer DIEU ; comment fait apparaitre le
succès et la prospérité du sein du mal et des problèmes...à vous
maman «Naima», que DIEU vous protège et vous donne la pleine
santé et le plein bonheur du monde, de joie et d'attestations.
à mon chère frère «Abdellatif» décédé. J'espère que, du monde qui est
sien maintenant. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte
miséricorde !*

*A mes très chers frères Salah et Younes et ses femmes et ses enfants:
Nada, Abdou, Sérine.*

*A mes très chères sœurs Fatima, Houda, Somia et ses enfants :
Rahma, Aya, Chrifa, Arwa, Ines, Rahaf, Akram, Israa, je vous réserve
toujours une place dans mon cœur et mes pensées.*

A toute mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines

A mon chère binôme Amina

A mes amies: Khawla, Rahma, Asma, Insaf, Amel, Masouda.

Et tous mes Amis sans exception.

A tout les étudiants de biologie.

Widad

Dédicace

*Au nom de l'amour et le respect, je dédie ce modeste travail
A la lumière de mes jour, la source de mes efforts, à la femme
qui s'est sacrifiée pour mon éducation et ma réussite et de lui
dire que tu as été pour moi ma meilleure école et meilleure
professeur, merci pour toutes les valeurs que tu m'as inculquée,
à toi ma chère mère **Faiza**♥*

*A celui qui a été toujours Mon support dans cette vie, celui qui
me donne le courage éclatant pour continuer à chaque fois que
j'ai l'impression de reculer*

*Papa **Abd-Elmalek** que DIEU vous protège*

*A Mes très chers frères **Moussa, Rida et Adam** ☺, et Mes très
chères sœurs **Sabah et Houda**, je vous réserve toujours une
place dans mon cœur ♥ et mes pensées.*

A toute ma famille

A toute mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines

*A vous mon chère binôme **Widad**, tous mes amies: **Soumia,**
Amel Messaouda, Imene, Chaima, Fatiha, Rezkia, et tous mes
amis de groupe ☺*

***Amina** ☺*

Résumé :

L'objectif de l'étude est l'évaluation des qualités microbiologiques, physicochimiques d'un fromage fondu, fabriqué et commercialisé dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj- Nord-Est d'Algérie. Quarante-deux échantillons, collectés durant le mois d'Avril 2018, la moitié (21 échantillons) était conservée à température 4°C, le reste stocké à 25°C, pendant trois semaines. Des analyses, des échantillons, après ouverture d'emballage et exposition du leur contenu à l'air ambiant pendant deux heures, ont été effectuées. Des tests physico-chimiques, après conservation, à 4°C et 25°C ont donné les valeurs moyennes pH : (5,54- 5,62), Acidité titrable : (16,72D°- 18,18D°), Conductivité (4,41ms/cm-4,53ms/cm), Extrait sec total (53,66%- 55,6%), taux d'humidité relative (46,4%- 44,46%) respectivement. Résultats des tests réalisés, après l'ouverture directe d'emballage et son exposition à l'air ambiant pendant deux heures étaient respectivement : pH : (5,68- 5,57), Acidité titrable : (16,72 -20,24D°), Conductivité (4,48 ms/cm- 4,69 ms/cm), Extrait sec total (57,8%- 61%), taux d'humidité relative : (42,2%-39%). Dénombrement des flores microbiennes a révélé une stabilité et conformité du produit aux normes nationales, pendant la première et la deuxième semaine de conservation à 4°C et à 25°C. Idem pour les échantillons exposés à l'air ambiant. Une légère augmentation, de la flore totale mésophile, a été enregistrée pour les deux températures (04 °C et 25 °C) durant la troisième semaine de conservation, estimée en UFC/g, a : ($1,9 \times 10^4$), (2×10^4) respectivement. Les résultats méritent d'être approfondis par un plan d'échantillonnage plus représentatif et par plus de tests physico-chimiques et bactériologiques.

Mots clés: Fromage fondu, Stabilité, Conservation, Test physico-chimique, Analyse microbiologique, Température.

Liste des tableaux

Tableau I: Composition et caractéristiques physico-chimiques des laits des trois races laitières bovine, ovine et caprine	3
Tableau II: Rôle des ferments lactiques en fromagerie	6
Tableau III : Classification des fromages fondus	8
Tableau IV: composition du fromage fondu	9
Tableau V: Principaux défauts de fabrication de fromage fondu d'origine chimique et physique	15
Tableau VI: Caractéristiques microbiologiques de fromage fondu	17
Tableau VII: Principaux germes recherchés, milieux de cultures et conditions d'incubation	21
Tableau VIII: Résultats des analyses microbiologiques pour les trois semaines	27
Tableau IX : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons après l'ouverture d'emballage et après exposition à l'air ambiant pendant 02 heures	28
Tableau X: Résultats des analyses physico-chimiques pour les 03 semaines	29
Tableau XI: Résultats des analyses physico-chimiques, après ouverture de l'emballage et exposition à l'air ambiant pdt 02 heures	30

Listes des figures

Figure 01: Diagramme de fabrication du fromage fondu à l'unité Ramdy	18
Figure 02: Schéma illustratif des différentes analyses validé	19
Figure 03: Evolution des FTAM en fonction du temps et de la température	31
Figure 04 : Evolution des levures et moisissures en fonction du temps et de la température.	32
Figure 05: Evolution des FTAM en fonction de temps(h)	36
Figure 06: Evolution des levures et moisissures en fonction de temps(h)	37
Figure 07: Variations du pH en fonction de temps et de la température	38
Figure 08 : les variations de l'acidité Dornic en fonction de temps et de température	39
Figure 09: Variation de la conductivité en fonction de temps et de température	40
Figure 10: Variations d'extrait sec total et d'humidité en fonction de temps et de température 4°C	41
Figure 11: Variations de l'extrait sec total et d'humidité relative en fonction de temps et température 25°C	41
Figure 12: Evolution de pH en fonction de temps (h)	42
Figure 13: Evolution de l'acidité dornic en fonction de temps (h)	43
Figure 14: Evolution de la conductivité en fonction de temps (h)	43
Figure 15: Evolution des valeurs l'extrait sec total et l'humidité en fonction de temps (h)	44

Liste des abréviations

%: pour cent.

°C: degré Celsius.

°D: degré dornic.

AFNOR: Association française de normalisation

aw: Activité de l'eau.

BCPL: Bouillon Lactose au Pourpre de Bromcrésol.

DFI : Département Fédéral de l'Intérieur.

EFSA: European Food Safety Authority.

EST: Extrait Sec Total.

FIL: fédération international de laiterie.

FTAM: flore totale aérobie mésophile.

g/l: gramme par litre.

G: gramme.

GC: Giolliti cantonii.

h: heure.

Hr: Humidité relative.

J.O.R.A: Journal Officiel de la république Algérienne.

M.O: micro-organisme.

mg: milligramme.

Min, Com: Ministère de commerce.

ml: millilitre.

mPa: miga Pascal .

ms/cm: milli siemens / centimètre.

N: normalité.

NaCl: Chlorure de sodium.

NaOH: Hydroxyde de sodium.

NF: Norme française.

NPP: Nombre Plus Probable.

O₂: oxygène.

PCA: Plate Count Agar.

Pdt: pendant.

pH: potentiel d'hydrogène.

S: semaine.

SFB: bouillon d'enrichissement pour *Salmonella*

SM: Solution Mère.

U.F.C: Unité formant colonie.

V.F: viande Foie.

VLBVB: Bouillon d'enrichissement pour les coliformes.

VRBG: Violet Red Bile Glucose Agar.

Introduction

I. Introduction

La fermentation du lait a été utilisée depuis longtemps, pour prolonger sa conservation. La transformation du lait en fromage, était un moyen de conservation du lait (**Ghammas et al., 2006**). En fait, toutes les populations humaines, pratiquant l'élevage, ont su développer des modes traditionnels de fermentation des laits, d'où une panoplie de produits laitiers fermentés, dont certains sont maintenant fabriqués industriellement (**Ghammas et al., 2006 ; Patrignani et al., 2006**). L'Algérie est le premier consommateur du lait au Maghreb, avec un marché annuel estimé, à 1,7 milliard de litres (**Meribai et al., 2016**), un taux de croissance de 8% par le cheptel bovin, le reste est constitué par de lait de brebis et le lait de chèvre, alors que la production laitière cameline est marginale (**Harek et al., 2010 ; Meribai et al., 2016**). En Algérie le lait occupe une place importante dans la ration alimentaire de chacun, quel que soit son revenu, en 1990 on estime que le lait a compté pour 65,5% dans la consommation de protéines d'origine animales (**Amellal, 1995**).

Les fromages sont les sources des protéines d'origines animales (**Coulon, 2005; Eck et Gillis, 2006**). Les catégories fromagères les plus produits, les plus consommés en Algérie, sont les fromages fondus. La quantité consommée a été estimée, en 2015, à 101273 tonnes, soit une moyenne de 2,51 Kg/an/ habitant (**Anonyme 1: CNIS, 2015**). Les fromages fondus sont commercialisés sous plusieurs types: tartinables, en bloc et semi-liquides. Ils sont également déclinés en plusieurs saveurs (**Eck et Gillis, 1997**). Les meilleures marques utilisent du fromage cheddar comme matière première, mais de nombreux petits fabricants utilisent des mélanges de différentes matières premières. Le fromage fondu est basé sur une technologie beaucoup plus récente que celle du fromage traditionnel. Cette technologie stabilise les nutriments laitiers pendant une longue durée en conservant les plus ou moins produit fini l'aspect d'un fromage (**Boutonnier, 2000**).

En Algérie, le procédé de fabrication fromagère, consiste à mélanger plusieurs matières premières telles que le fromage cheddar, le lait en poudre, les graisses, les protéines de lait, l'amidon modifier, les sels de fonte et les régulateurs de pH. Le mélange est chauffé à 72 °C à 86 °C pendant 10 minutes ou à 92-94°C pendant 10 minutes pour le fromage pasteurisé. Tandis que pour le fromage stérilisé en UHT, le traitement thermique appliqué est d'environ 140 °C pendant 2 à 4 secondes (**Anonyme 5: Ministère de Com, 2015**).

En outre, le fromage fondu, de par sa consistance (rhéologie) et ces caractéristiques biochimique à l'exemple de l'activité de l'eau (aw), du taux d'humidité relative (Hr%) est un vecteur potentiel des flores et espèces pathogène et/ou toxigène: des toxi-infections ou *Staphylococcus sp* (**Meyrand et al., 1998 ; Hait, 2012 ; Rosengren, 2012**), *Salmonella sp*

et *Listeria monocytogenes* (D'Amico et Donnelly, 2017), ont été enregistrés ; d'où l'importance d'une parfaite maîtrise des points critiques, pour un contrôle microbiologique rigoureux lors de la fabrication, de conservation et de distribution. La stabilité des fromages fondus, pendant leur conservation et durant leur commercialisation, est un sujet de recherche très controversé (O'Brien et O'Connor, 2017). Les fromages, durant leur conservation, même à basse température, peuvent être sujets à des modifications d'ordre organoleptiques (Bunka et al., 2008), des modifications physico-chimiques (Bunka et al., 2008 ; Bubllova et al., 2014) et même à des contaminations microbiennes (Chambre et Daurelles 1997 ; Bunkova et al., 2014).

Dans ce contexte précis, se situant l'objectif préalablement fixé, de la présente étude consistant à explorer la stabilité physico-chimique et microbiologique, durant la conservation à différentes températures (04°C et 25°C) et pendant différentes durées (01 semaine, 02 semaine, 03 semaine), d'un effectif de (42) échantillons, de fromage fondu commercialisé, collecté du marché local de la wilaya de Bordj Bou Arréridj, Nord-Est d'Algérie.

La caractérisation physico-chimique sera validée par réalisation des tests suivants : (pH, Acidité titrable en degré dornic (°D), Conductivité (ms/cm), Extrait sec total (EST %), Humidité relative (Hr%). Microbiologique par recherche et dénombrement (en UFC/g) des flores et espèces suivantes : (Flore Totale Aérobie Mésophile, Coliformes totaux et fécaux, levures et moisissures, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*, *Clostridium sulfite-réducteur*). L'ensemble des résultats des différentes analyses seront confrontés aux normes nationales et internationales.

Le problème de stabilité physico-chimique et microbiologique se pose avec acuité, lors de sa conservation et de sa mise sur le marché, quelles sont ces qualités pour les fromages fondus, fabriqués et commercialisés en Algérie.

Ce mémoire est subdivisé en deux parties. La première partie prône une mise au point bibliographique. Elle est subdivisée en deux chapitres. Le premier chapitre est une généralité sur le lait. Le deuxième chapitre dresse une généralité sur le fromage fondu.

Dans la seconde partie, nous avons étudié en détail :

- Le matériel et les méthodes pour l'analyse physico-chimique et microbiologique du fromage fondu.
- Les résultats obtenus sont ensuite présentés et discutés.

Enfin une conclusion générale.

Partie bibliographique

Chapitre 1
**Généralité sur le
lait**

1. Généralité sur le lait

1.1. Définition du lait

Selon **Aboutayeb (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes.

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à la réfrigération et consommé dans les 24h (**Fredot, 2006**).

1.2. Composition et caractéristiques physico-chimiques du lait selon les races

Du point de vue physicochimique, le lait est un produit très complexe, la connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits laitiers obtenus lors des différents traitements industriels (**Amiot et al., 2002**).

Comme le montre le tableau I, les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants: eau, protéines, lactose, (matières grasses lipides) et minérales. Cependant, les proportions respectives de ces composants varient largement d'une espèce à l'autre (**Alves D'Oliviera, 2007**). Dans beaucoup de travaux, cités dans la littérature, le nombre d'échantillons analysés est limité, ce qui entraîne une certaine marge d'erreur, mais suffit pour affirmer des différences inter espèces marquées (**Ramet, 1993 ; moslah, 1994**).

Tableau I: Composition et caractéristiques physico-chimiques des laits des trois races laitières bovine, ovine et caprine (**Berre, 1999**).

	Espèces	Vache	Chèvre	Brebis
Composition	Protéines (g/l)	32	34.1	57,2
	Caséines (g/l)	26,0	26,0	44,6
	Glucides (g/l)	46	48	44
	Lipides (g/l)	37	42	75
	Cholestérol (mg/l)	14	11	11
	Vitamine B1 (mg/l)	0,42	0,41	0,85
	Vitamine E (mg/l)	01,1	01,8	01,6
	Acide nicotinique (mg/l)	0,92	03,28	04,28
	Acide folique (mg/l)	0,053	0,006	0,006

	Calcium (mg/l)	01,25	01,35	02,0
	Magnésium (mg/l)	0,12	0,14	0,18
	Fer (mg/l)	0,20-0,50	0,2	0,55-01,5
	Zinc (mg/l)	03-06	03,20	01-10
	Manganèse (mg/l)	0,01-0,03	0,06	0,08-0,36
caractéristiques	pH-20C°	6,6-6,8	6,45-6,6	6,50-6,85
	Acidité titrable (°D)	15-17	14-18	22-25
	Conductivité (Simens)	45.10 ⁻⁴	43-56.10 ⁻⁴	38.10 ⁻⁴
	Extrait sec g/l	128	134	183

Les principaux constituants du lait sont donc par ordre décroissant de l'eau très majoritairement, des glucides, représentés principalement par le lactose, des lipides essentiellement des triglycérides, rassemblés en globules gras, des protéines: caséines rassemblés en micelles, albumines et globulines solubles, des sels et minéraux à l'état ionique et moléculaire et des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique important : enzymes, vitamines, oligo-éléments (**Pougheon, 2001**).

1.3. Composition microbiologique du lait

Les micro-organismes du lait sont répartis en deux classes:

1.3.1. La microflore indigène ou originelle

Ensemble des micro-organismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, ces micro-organismes dépendent de l'alimentation, de la race et d'autres facteurs. Les genres dominants en sont principalement des micro-organismes mésophiles *Micrococcussp*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* ou *Lactococcus* et les bactéries à (Gram négatif) (**Lamontagne et al., 2002**).

1.3.2. La microflore contaminant

Ensemble des micro-organismes ajoutés au lait de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut être composée soit d'une flore d'altération qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits; soit d'une flore pathogène capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers (**Lamontagne et al., 2002**).

1.4. Les produits laitiers

A partir du lait, l'homme est capable de produire tout la famille des produits laitiers. Il existe de nombreux procédés technologiques propres à chaque produit laitier: (yaourt, fromage, crème, beurre, etc.) :

1.4.1. Crèmes lactière et beurre

Le beurre et la crèmes lactières rassemblent principalement les lipides du lait et de l'eau (10à 15%). Beurre et crème fraîche sont fabriqués à partir du lait, et le plus souvent comme sous-produits de la fabrication du fromage du fait de la standardisation en matières grasses (**Christiane, 2010**).

1.4.2. Yaourt

Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé avec ou sans addition de substances (lait en poudre, les protéines...). les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants (**Ngounou et al., 2003**).

1.4.3. Fromage

Les fromages sont des formes de conservation ancestrale de la matière utile de lait (protéines, matière grasse ainsi qu'une partie de calcium et le phosphore). Ils sont issus de lait de vache, chèvre ou brebis. Leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques sont appréciées par l'homme dans tout le globe (**Belbeldi, 2013**).

1.5. Ferments lactiques**1.5.1. Définition**

On définit les levains ou ferments lactiques comme étant des cultures pures ou des mélanges de bactéries lactiques sélectionnées et utilisées pour la fabrication de produits fermentés comme les yaourts, les fromages (**Leroy et De Vuyst, 2004; Mäyrä-Mäkien et Bigret, 2004**).

1.5.2. Types de ferments lactiques

Les ferments lactiques peuvent être classés en se basant sur leur fonction, ou leur composition (**Carminati et al., 2010**).

1.5.2.1. Selon la composition

Selon la **Fédération Internationale de laiterie, (1997)**, les ferments lactiques peuvent être classés en deux catégories :

1.5.2.1.1. Ferments purs

Constitués d'une souche d'une seule espèce bien caractérisée, c'est-à-dire une culture provenant en principe d'une seule cellule bactérienne.

1.5.2.1.2. Ferments mixtes

Ils sont formées d'un mélange de souches en nombre et en proportions indéfinis, ces souches appartiennent aux différents types lysotypiques et ont donc, en général, une bonne activité acidifiante.

1.5.2.1.3. Ferments mixtes sélectionnés

Contiennent plusieurs souches bien définies, issues d'une ou de plusieurs espèces et les proportions entre les souches sont connues et définies selon le cahier des charges de l'utilisateur.

1.5.3. Rôles des ferments lactiques

Les ferments utilisés pour la fabrication de fromage comprennent principalement les genres des bactéries lactiques *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptocoques*, *Lactobacillus* et *Entérocooccus* lors de la production, la croissance des bactéries du ferment, flore primaire, est principalement responsable de l'acidification du lait en métabolisant le lactose en acide lactique (Abdoune, 2003).

Tableau II: Rôle des ferments lactiques en fromagerie (Branger, Richer et Roustel, 2007).

Propriétés des ferments lactiques	Effet sur le produit
Transformer les sucres en acide lactique	<u>Abaissement du pH :</u> -Conservation des produits -Modification de la micelle de caséine -Solubilisation des minéraux liés à la caséine : -Action sur l'égouttage du caillé (teneur en eau) -Action sur la texture des fromages <u>Diminution de la concentration en lactose :</u> -Production de lactate (action sur la saveur du fromage)
Transformer les sucres en CO ₂	<u>Libération de CO₂ :</u> -Ouverture utile en pâtes molles et pâtes persillées -Ouverture nuisible en pâtes pressées
Transformer les citrates	<u>Formation de di acétyle</u> -Recherché en fromages à pâte fraîche et à pâte molle
Transformer la caséine	<u>Protéolyse pendant la maturation</u> -Activation de la croissance (peptides, acide aminés) <u>Protéolyse pendant l'affinage</u> -Modification de la texture, couleur, saveur
Produire des polysaccharides	<u>Épaississement du milieu pour les pâtes fraîches</u> -Augmentation de la viscosité par libération de polysaccharide pendant la fermentation lactique

Chapitre 2

Généralité sur le fromage fondu

2. Généralité sur le fromage fondu

2.1. Historique

Le lait étant très périssable, le fromage a été l'un des premiers moyens de sa conservation. Cependant, même le fromage n'offre qu'une stabilité relative et variable (**Richonnet, 2016**). C'est à deux industriels suisses, **Walter Gerber et Fritz Stetter**, que peut être attribuée en 1911 la paternité de la fabrication industrielle du fromage fondu à Thun (canton de Berne) à partir de citrate de sodium et d'emmental (**Roussel, 2014**).

2.2. Définition du fromage fondu

Selon **Andre et Gillis(1997)**, le fromage fondu est un produit moderne obtenu par le mélange de fromage de différentes origines et à différents stades d'affinage, avec des sels de fonte. Ce mélange est broyé puis chauffé sous vide partiel et agitation constante jusqu'à l'obtention d'une masse homogène qui est conditionnée dans un emballage protecteur. Il présente plusieurs avantages parmi lequel:

- ✓ C'est un produit stable par traitement thermique, ceci lui confère d'excellente qualité de conservation et une bonne commercialisation, cette commercialisation est assurée même dans les zones à climat chaud .

- ✓ Il a une excellente valeur nutritionnelle .

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

2.3. Classification du fromage fondu

2.3.1. Classification selon la forme

- ✓ **Fromage fondu en bloc**

C'est le plus ancien des fromages fondus. L'extrait sec total est relativement élevé en regard rapport matière grasse / matière sèche (MG/ MS). Il a une consistance ferme et une bonne élasticité. Le coulage s'effectue sous forme de blocs de poids différents, mais aussi de plus en plus sous forme de tranche (**Anonyme, 1989**).

- ✓ **Fromage fondu en portion**

La condition en portion concerne aussi bien le fromage fondu à couper que le fromage à tartiner. La différence entre le fromage à couper et le fromage à tartiner réside dans le rapport MG/ ES. L'extrait sec de fromage à tartiner est généralement de 43% et celui du fromage à couper arrive à 48% (**Anonyme11. 1991**).

✓ **Fromage fondu en boîtes métalliques**

Le produit est stérilisé, si le stockage est prolongé, une altération de la texture du fromage, ainsi que l'aspect et le goût par réaction de Maillard, sont à craindre (**Kiboua, 1992**).

✓ **Fromage fondu en tranche**

Les tranches sont obtenues soit en formant des bandes qui seront découpées, soit en moulant le fromage en forme d'un tube, il possède un rapport matière grasse/ matière sèche élevé (**Kiboua, 1992**).

✓ **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, parquettes, tubes) (**Boutonnier, 2000**).

✓ **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 (**Boutonnier, 2000**).

2.3.2. Classification selon la teneur en matière grasse

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

Tableau III : Classification des fromages fondus (**Anonyme : DFI, 2009**).

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

2.4. Composition et valeur énergétique du fromage fondu

Le fromage fondu se compose de plusieurs éléments cités dans le tableau IV.

Tableau IV: composition du fromage fondu. (Feinberg et al., 1987).

Éléments constitutifs du fromage fondu	Composition moyenne
Eau (g/kg)	32
Glucides (g/kg)	18,3
Protéines (g/kg)	38
Lipides (g/kg)	25,4
Sodium (mg/kg)	1600
Calcium (g/kg)	940
Phosphates (mg/kg)	11740
Magnésium (mg/kg)	25
Potassium (mg/kg)	760
Energie(Kcal)	292

2.5. Caractéristiques des fromages fondus

2.5.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques

Le fromage fondu est un système complexe composé de protéines, de matière grasse, de sels minéraux et d'autres ingrédients (Dantas, 1995). Ses principales caractéristiques sont:

2.5.1.1. pH

Le pH du fromage fondus varie entre 5,3 à 5,8 selon (Eck et Gillis, 1997), 5,4 et 5,8 selon (Roustel, 2014) et 5,50 à 5,55 d'après (Roustel et Boutonnier, 2015).

2.5.1.2. L'extrait sec total et la teneur en eau

La teneur en matière sèche du fromage fondu varie de 29, 34 et 50% pour les fromages fondus avec une teneur minimale en fromage de 51% pour un rapport G/S allant de $G/S < 30\%$, $G/S \geq 30\%$ et $G/S > 50\%$ respectivement (Anonyme : CODEX ALIMENTARIEUS, 2015).

Alors qu'en 2016, Richonnet préconise un taux de 50% de matière sèche dans les fromages fondus.

L'augmentation de la teneur en humidité des fromages facilite le processus d'échange d'ions et conduit à une augmentation du coefficient de peptisation. De ce fait il a été montré que plus les caséines sont hydratées, plus leur structure est ouverte, ce qui permet aux sels de fonte de pénétrer plus facilement les molécules des caséines et d'améliorer le phénomène de peptisation (Dimitreli et Thomareis, 2005).

2.5.1.3. Protéines

Le fromage fondu contient 18g de protéines/100g de fromage et entre 10 à 17g /100g de fromage selon **(Eck et Gillis, 1997)** et **(Richonnet, 2016)** respectivement. Les fromages fondus présentent globalement moins de protéines que les autres fromages: Environ 10 à 17g/100g contre 22 à 27g/100g pour les pâtes molles et pâtes pressées non cuites. La source des protéines dans les fromages fondus est représentée par les ingrédients laitiers tels que le lait, les fromages et les concentrés protéiques principalement. La qualité nutritionnelle de ces protéines lactiques repose sur une forte digestibilité (> 95%), et une composition en acides aminés indispensables particulièrement bien équilibrée permettant de satisfaire les besoins de l'homme **(Debry, 2001)**. Dans les fromages fondus, les caséines sont les protéines majoritaires (92 % des protéines), caractérisées par une teneur élevée en proline et un taux relativement faible en acides aminés soufrés (cystéine notamment) **(Richonnet, 2016)**.

2.5.1.4. Lipides

La teneur des fromages fondus en lipides est de l'ordre de 21 à 22g/100g de fromage selon **Richonnet (2016)** alors que **(Oliveira et al., 2016)**, rapportent une teneur en lipides de 30%. Les lipides présents dans les fromages fondus sont exclusivement issus des matières grasses lactiques apportées par leurs ingrédients: fromages, lait, beurre, crème ou matière grasse lactique. La composition de la matière grasse des fromages fondus est donc en tout point comparable à la matière grasse lactique. Présentée sous forme bien émulsionnée, sa digestibilité est optimale et elle est caractérisée par sa richesse en acides gras saturés (AGS): 60-65% des acides gras **(Legrand, 2008)**. Il convient donc de choisir les fromages les moins gras au quotidien. Les fromages fondus, surtout dans leurs versions allégées, peuvent être de bons choix puisqu'ils apportent environ 22 % de matières grasses, ou 15 % dans les versions allégées, contre 26 % pour les pâtes molles (Camembert 20%) et 28% pour les pâtes pressées **(Crédoc, 2013)**.

2.5.1.5. Lactose

La teneur en lactose dans les fromages fondus est de l'ordre de 6,5 à 7g/100g de fromage fondu. Cette teneur a une influence sur la consistance du produit fini. Le lactose a un effet favorable sur la plastification et la structuration du gel, ce qui favorise la tartinabilité du fondu. Cependant, son taux d'incorporation ne doit pas être trop élevé pour éviter l'apparition du goût sucré et les réactions de Maillard, voire de cristallisation du lactose **(Anonyme15. EFSA, 2010)**.

2.5.1.6. Cendres

Les sels minéraux du fromage fondu sont constitués des sels de fonte ajoutés au cours de la fabrication et des sels contenus dans le fromage matière première (**Varunsatian et al., 1983**). Les sels de fonte sont des agents importants pour la fabrication de fromages fondus, ils sont d'ailleurs à l'origine de l'industrie de la fonte. Parmi les sels de fonte les plus utilisés en industrie fromagère: l'orthophosphate monosodique, Phosphate disodique, Phosphate trisodique, Tétrapolyphosphate de sodium et Citrate trisodique (**Roustel, 2014**). Le taux maximal de sels de fonte autorisé est de l'ordre de 2 à 3% selon **Eck et Gillis (1997)**.

2.5.1.7. Calcium

Les fromages fondus contiennent en moyenne 562 à 576mg de calcium pour 100g de fromage. Le calcium provient des fromages et du lait mis en œuvre mais aussi parfois de vecteurs d'enrichissement comme les concentrés calciques laitiers ou du phosphate de calcium employés pour enrichir ces fromages en calcium. Chez l'enfant, la consommation de fromages fondus participe donc à la couverture du besoin nutritionnel moyen en calcium et se traduit par un meilleur statut en calcium chez les consommateurs (**Weaver et al., 1999**).

2.5.1.8. Sodium

Le sodium présent dans les fromages fondus a trois origines: Les fromages ingrédients, les sels de fonte sodiques et le chlorure de sodium (sel de cuisine) ajouté lors de la production. Avec une moyenne de 737mg à 1600mg de sodium (**Richonnet, 2016**).

2.6. Technologie de fabrication du fromage fondu

Le «fromage fondu» est obtenu par broyage, mélange, fonte et émulsification, sous l'action de la chaleur et d'agents émulsifiants, d'une ou plusieurs variétés de fromage, avec ou sans adjonction de constituants laitiers et/ou d'autres denrées alimentaires (**Anonyme 13. CODEXALIMENTARIEUS, 2004**).

2.6.1. Les matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu

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

2.6.1.1. Matières premières laitières

✓ Le fromage

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

✓ La préfonte

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

✓ La poudre de lait

Est un produit laitier obtenu à partir d'un lait cru ayant subi une déshydratation par la chaleur (180°C) permettant ainsi une longue conservation. On repartit les poudres de lait en trois groupes : poudre de lait entier (26% de MG), poudre de lait demi entier (22% de MG) et poudre de lait écrémé (0% de MG) (Carole et Vignola, 2002).

2.6.1.2. Autres matières premières lactières

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

2.6.2. Matières premières non lactières

✓ L'eau

L'humidité des fromages étant généralement faible et puisque l'on incorpore des poudres, il est absolument nécessaire d'apporter de l'eau au mélange. Elle peut être apportée sous forme liquide en une ou plusieurs fois à différents moments de la fabrication mais toujours froide afin d'assurer une quantité d'eau de condensation constante lors du chauffage. (Boutonnier, 2000).

✓ Les sels de fontes

Sont des agents très importants pour la fabrication des fromages fondus, ils sont d'ailleurs à l'origine de la fonte. A ce jour les phosphates et les citrates sont pratiquement les sels de fonte utilisés (Roustel, 2014; et Lee et al., 1986),

✓ Additifs alimentaires

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

2.7. Technologie de la fonte

2.7.1. Sélection des matières premières et contrôle de qualité

Avant leur utilisation, les matières premières sélectionnées feront l'objet d'un contrôle rigoureux quant à leur composition physicochimique et bactériologique et leurs caractéristiques organoleptiques (Chambre et al., 1997).

2.7.2. Découpage et broyage du fromage

Les fromages de fonte doivent subir un broyage. Cette technique s'effectue à l'aide de machine spéciale «broyeur». Le fromage sort du broyeur sous forme de long spaghettis (Luquet., 1985).

2.7.3. Préparation de la formule et procédé technologique

De l'eau et des sels de fonte sont ajoutés aux matières premières fromagères et laitières, puis un pré-broyage de l'ensemble est effectué pendant quelques minutes pour obtenir un mélange prêt à être fondu (Sweeney et al., 2004). L'ordre d'addition des matières premières dépend du matériel à disposition, le type de cuiseur et la durée de cuisson. Selon Sweeney et al., (2004), l'ordre typique de l'addition est comme suit : les meules de fromages, mélange de sels émulsifiants secs, les ingrédients laitiers tels que la poudre de lait, l'eau et d'autres agents technologiques tels les colorants, les hydrocolloïdes et les conservateurs.

2.7.3.1. Fonte proprement dite

C'est l'opération clef de la fabrication du fromage fondu, elle peut être réalisée dans des installations en continu reliées à des pompes d'eau, de vapeur et du vide ,le temps et la température de fonte varient entre 70 et 95°C pendant 4 à 15 minutes, tout dépend de l'intensité de l'agitation, la texture souhaitée du produit fini et ses caractéristiques de conservation (FOX et al., 2000).

2.7.3.2. Homogénéisation

La masse fondue doit être homogénéisée avec des pressions variant entre 5 et 15 mPa. L'homogénéisation a un certain nombre d'effets (Meyer, 1973):

- ✓ Amélioration de la stabilité de l'émulsion de matière grasse en diminuant la taille des globules gras;
- ✓ Amélioration de la consistance, de la structure, de l'apparence et de l'onctuosité des spécialités fromagères;
- ✓ Favorise une dispersion plus fine des globules gras (Walstra et Jenness, 1984);
- ✓ Favorise généralement l'épaississement. Toutefois, du fait de son coût supplémentaire, de la prolongation du temps de fabrication, l'homogénéisation n'est recommandée que pour les produits à teneur élevée en matière grasse (Caric et Kalab, 1993).

2.7.3.3. Conditionnement

Le transfert du fromage se fait de plus en plus par des tuyauteries en acier inoxydable alimentant des couleuses pour éviter toute recontamination au conditionnement. Le fromage fondu chaud liquide est emballé dans les feuilles d'aluminium laqué ou des contenants en

matériau plastique thermoscellable. Le fromage fondu peut être aussi emballé en tube, en boîte de conserve, ou dans des boyaux en plastique (Meyer, 1973)

2.7.3.4. Refroidissement

Le refroidissement peut se faire par circulation des produits sur des tapis à l'air ambiant mais les meilleurs résultats sont obtenus dans des tunnels de refroidissement (Eck et Gillis, 1997).

2.7.3.5. Stockage du produit fini

Les produits mis en carton sont stockés dans des entrepôts dont la température se situe autour de 10 à 15°C et la durée de conservation peut être estimée entre 6 à 12 mois si les conditions optimales au cours de différentes étapes de fabrication sont bien respectées (Eck et Gillis, 1997; Guinee et al., 2004; Bunka et al., 2008). A des températures de stockage comprises entre 30 et 35°C, une contamination par les moisissures, les levures et *Clostridium botulinum* pourra survenir ce qui peut mener à une sécrétion des toxines (Kautter et al., 1979). Le diagramme de fabrication du fromage fondu à l'unité Ramdy dans la figure 01.

2.7.4. Facteurs favorisant la fonte

2.7.4.1. Effet de l'affinage du fromage

Plus le fromage est affiné, plus les protéines sont hydrolysées, plus elles perdent leurs propriétés émulsifiantes. D'où la nécessité de garder une quantité minimale nécessaire de caséine intacte (Patart, 1987).

2.7.4.2. Effet du pH

Les phases de peptisation (déstructuration) et de restructuration ne sont possibles que dans une gamme de pH comprise entre 5,2 et 6,2. Vers des pH = 5, la capacité émulsifiante des caséines est altérée et ne permet plus d'obtenir l'émulsion (Marchesseau et al., 1997).

2.7.4.3. Effet des sels de fonte

(Tatsumi et al., 1975), remarquent que l'orthophosphate provoque une association des molécules de caséinate de calcium. (Nakajima et al., 1975), pensent que l'orthophosphate réagit préférentiellement avec le calcium colloïdal pour former des sels insolubles.

Pour obtenir une peptisation convenable, il faut que le polyphosphate utilisé contienne au moins 3 atomes de phosphore par molécule ; au-delà, l'influence de la condensation n'est pas sensible (Dimitreli et al., 2005). Par ailleurs, une peptisation suffisante n'apparaît qu'avec la présence de polyphosphates dont le taux de polymérisation est au moins égal au tripolyphosphate dans le mélange de sels de fonte (Lee et al., 1979).

2.7.4.4. Effet de la préfonte

Elle permet d'accélérer la cinétique de réaction et stabilise l'émulsion en favorisant les interactions protéines/lipides ; elle est utilisée pour améliorer la texture et la stabilité du fromage fondu (Berger *et al.*, 1993).

2.7.5. Défauts de fabrication du fromage fondu

2.7.5.1. Défauts de fabrication d'origine chimique et physique

Au cours du processus technologique et pendant le stockage, quelques défauts technologiques peuvent apparaître (Tableau V).

Tableau V: Principaux défauts de fabrication de fromage fondu d'origine chimique et physique (Bergeret *al.*, 1989).

Aspect de la pâte	Origine possible	Remède
La pâte n'est pas homogène	-Le pH est faible, et sa valeur dépend de la matière première employée (ex: emmental nécessite un pH plus élevé que le cheddar) -La teneur de sel de fonte est faible -Le temps de caisson étant court	-Augmenter le pH -Augmenter la dose -Augmenter le temps
Le fromage fondu liquide	-La matière première utilisée n'est pas affinée, n'arrive pas à crémier ou à l'inverse, est trop vieille et ne gonfle pas -Les sels de fonte employés n'étaient pas crémants -Le mélange contient une quantité d'eau	-Mélanger la matière première jeune avec une autre affinée -Mettre un sel de fonte crémant -vérifier la qualité d'eau
La pâte forme des fils	-L'emploi des sels n'est pas adéquat -temps de fonte court -dose des sels de fonte n'est pas exacte -Brassoir d'une vitesse faible	-Augmenter le temps -Augmenter la dose de sel -Augmenter la vitesse des brassoirs.
À l'ouverture des pétrins la pâte est trop molle	-pH élevé	-Diminuer le pH
À l'ouverture du	-pH faible	-Augmenter le pH

pétrin la pâte est relativement épaisse		
Le fondu à un goût prononcé de fromage	-Cela tient dans la plupart des cas à un emploi élevé du fromage trop vieux où une valeur élevée du pH	-Si c'est possible de mélanger la matière première à un fromage plus jeune -Réduire la quantité des sels de fonte en remplaçant la différence par le citrate de sodium qui masque le gout indésirable

2.7.5.2. Défauts de fabrication d'origine microbiologique

Parmi les défauts les plus répandus d'origine microbienne: Présence d'ouvertures (trous dans la pâte du fromage fondu) due au développement bactérien (*Clostridium*, coliformes...), changements physiques (présence de l'air, CO₂ produit par le mélange du citrate) et changements chimiques (hydrogène résultant de la réaction entre le fromage fondu et le papier aluminium), le remède dans ce cas est de bien choisir les ingrédients du mélange, conserver la température de fonte >95°C, utiliser un système de cuisson et de conditionnement sous vide, augmenter le temps de fonte, tester la porosité du papier aluminium (Fox *et al.*, 2017).

L'addition aux fromages, au moment de la fonte, d'une culture sur lait de streptocoques producteurs de nisine, mélange de polypeptides thermostables inhibant le développement des ferments butyriques (Gouet et Bergere, 1973; Veisseyre, 1979)

2.8. Intérêt de la recherche des micro-organismes

La recherche des micro-organismes permet d'apprécier quantitativement et qualitativement la flore de contamination d'un produit à un moment donné. Ce qui permet de juger la sécurité (germes pathogènes pour l'homme et les animaux), la conformité aux prescriptions réglementaires ou commerciales, l'hygiène de la préparation et l'efficacité des traitements appliqués et le respect des bonnes pratiques d'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication (Anonyme : AFNOR, 1999).

Tableau VI: Caractéristiques microbiologiques de fromage fondu d'après **Guiraud J- P., Rose, J-P. (2004).**

Flore dénombrée ou recherchée	Fromage fondu
	norme
Flore total mésophile	3.10^3
Levures et moisissures	10^3
Coliformes totaux	10^1
Coliformes fécaux	10^1
<i>Staphylococcus aureus</i>	10^1
Flore lactique	$10^6_10^7$
Entérocoques	10^1
Recherche des <i>salmonelles</i>	0

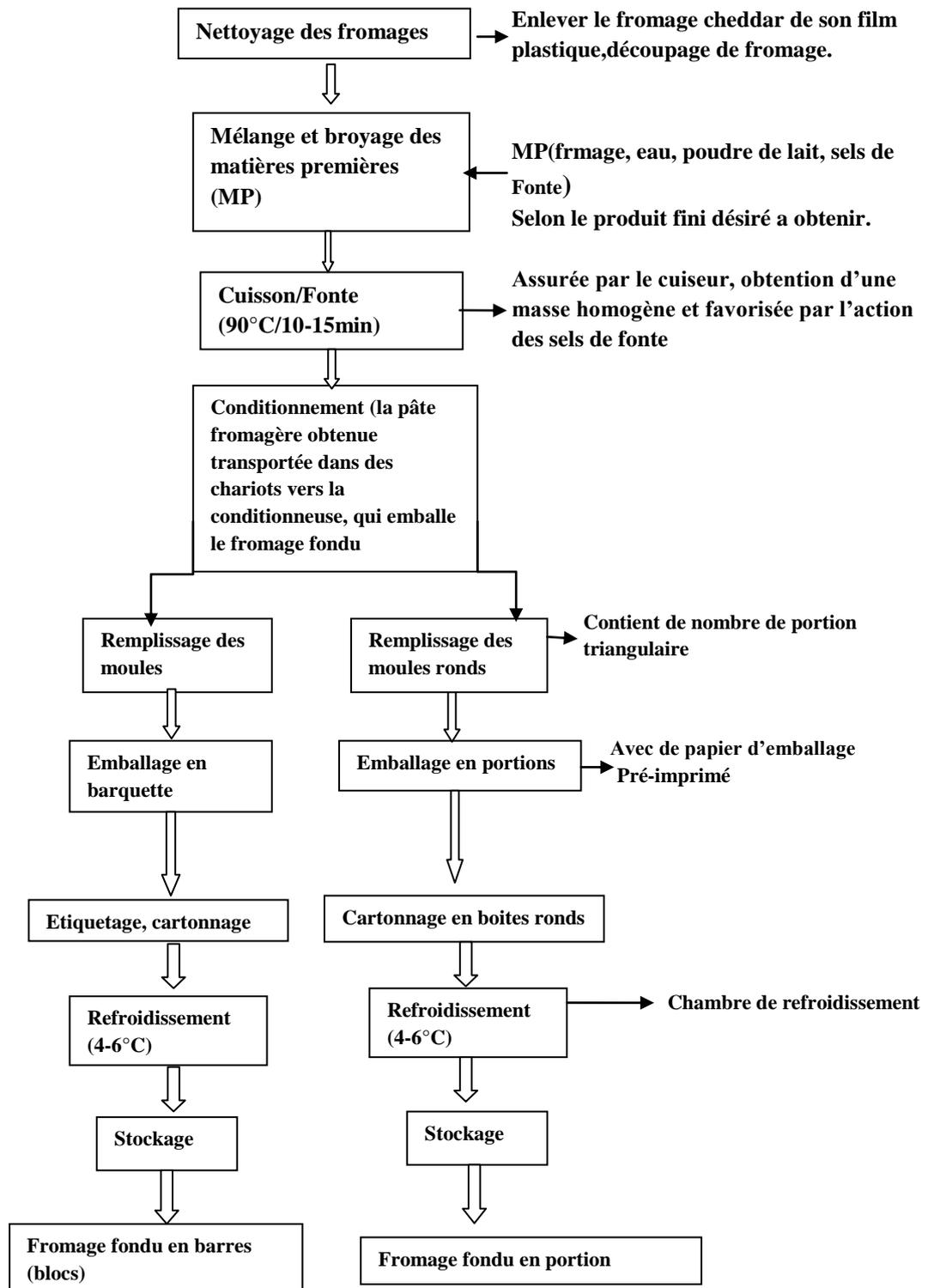


Figure 01: diagramme de fabrication du fromage fondu à l'unité Ramdy (Douali et Boudboub, 2008).

Partie
expérimentale

Chapitre 3
Matériel et méthodes

3. Matériel et méthodes

3.1. Objectif de travail

L'objectif de la présente étude, était de caractériser un lot de fromage fondu commercialisé, collecté du marché local de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

42 échantillons ont été caractérisés de point de vue physico-chimique (pH, Acidité en degré Dornic, Conductivité ms/cm, Extrait sec total et Humidité relative en %), et microbiologique par dénombrement des flores et des espèces (Flore Totale Aérobie Mésophile, Levures et moisissures, Coliforme totaux et fécaux, *Staphylococcus aureus*, Clostridium sulfito-réducteur, *Salmonella sp.*, Streptocoques fécaux). Les résultats ont été comparés aux normes nationales (Anonyme 8: JORADZ N°35., 1998). Et internationale (AFNOR : Guiraud J- P., Rose, J- P. (2004).

3.2. Lieu de réalisation

Les analyses ont été effectuées au niveau des laboratoires de la faculté des sciences de la nature et la vie et des sciences de la terre et de l'université (Mohamed El Bachir El Ibrahim, Bordj Bou Arreridj). Les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire de microbiologie et les analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de biochimie. La figure 2 résume les différentes analyses réalisées

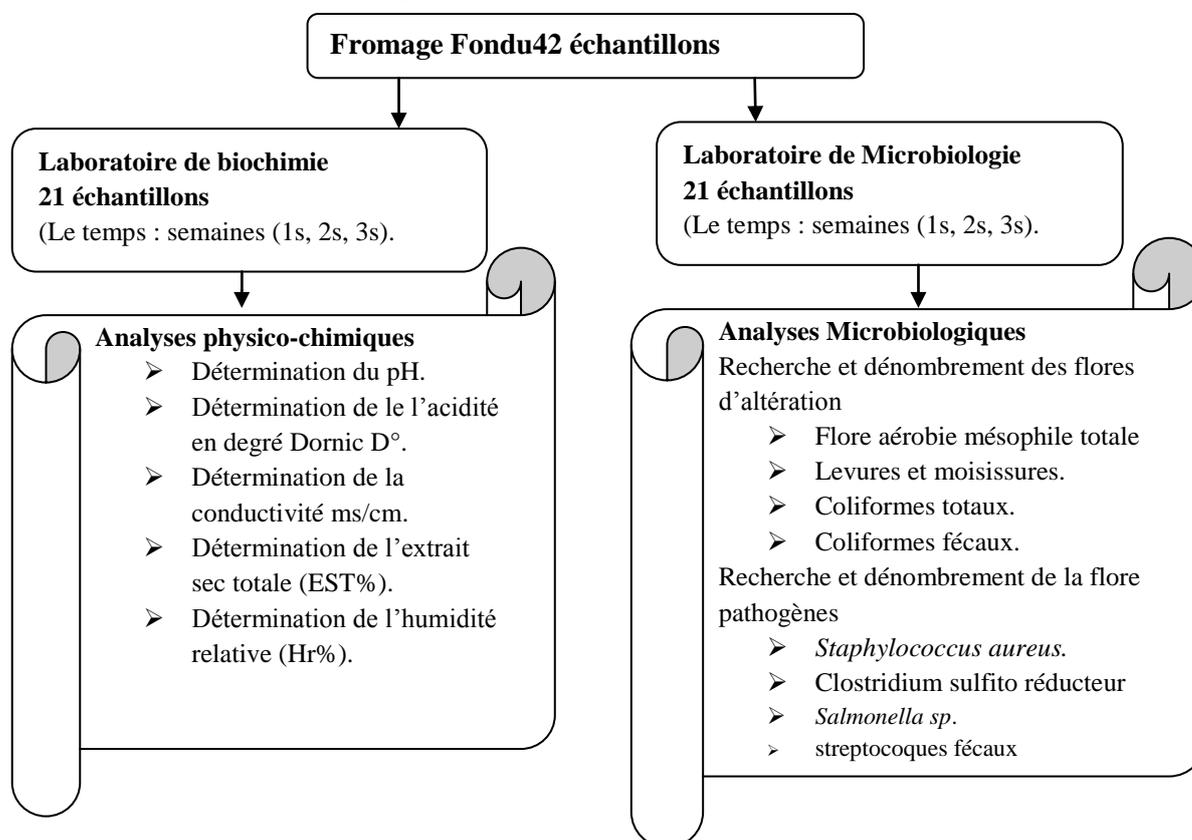


Figure 2: Schéma illustratif des différentes analyses validées.

3.4. Matériel

Tous les appareils et les réactifs utilisés dans ce travail sont mentionnés en détail dans l'annexe 01. Les milieux de cultures ainsi que leurs compositions sont décrits dans l'annexe 02.

3.5. Méthodes

3.5.1. Echantillonnage

Notre étude expérimentale a porté sur quarante-deux (42) échantillons d'une seule variété de fromage fondu, commercialisé dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj durant le mois d'avril 2018, il s'agit des blocs (de 350g, emballage étanche en papier aluminium), du même lot et de même date de fabrication 07/04/2018 et date de péremption 07/07/2018. La moitié des échantillons maintiennent à température ambiante 25°C et le reste conserve dans le réfrigérateur à 4°C.

Le transport des échantillons s'est effectué dans une glacière en respectant les règles de bonne pratique d'échantillonnage.

3.6. Analyses microbiologiques

3.6.1. Préparation des milieux de culture

En fonction des besoins et de germes à rechercher, les milieux de culture sont préparés suivant le mode opératoire indiqué sur l'étiquette de la boîte de chaque milieu de culture. Pour préparer un milieu, on pèse la quantité voulue qu'on mélange avec de l'eau distillée dans les proportions indiquées sur le protocole de préparation de chaque milieu de culture. Ce mélange est chauffé «mais il y a des milieux qui ne doivent pas être chauffés», et bien homogénéisé dans une erlenmeyer, le tout fait par un agitateur magnétique. La stérilisation du produit se fait à l'autoclave (120°C pendant 15min) et le milieu ainsi préparé est conservé dans un réfrigérateur à 4°C (annexe 04).

3.6.2. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

Au laboratoire, l'échantillon subit un traitement pour obtenir les dilutions décimales selon la norme **AFNOR(NF V08-010, 1996)**. Dans un flacon stérile sont introduits 25g de fromage fondu auxquels sont ajoutés 225ml d'eau physiologique stérile. Le contenu du flacon est homogénéisé et laissé au repos pendant 30min à température ambiante, pour assurer la revivication des micro-organismes. La solution ainsi obtenue constitue la suspension mère (SM) à 10^{-1} .

En prélevant 1ml de la SM qu'on ajoute 9ml d'eau physiologique contenus dans un tube, on réalise la dilution 10^{-2} ainsi de suite on réalise des dilutions ($10^{-3} \dots 10^{-5}$). Le mode opératoire plus détaillé est donné dans l'annexe 05.

3.6.3. Recherche et dénombrement des flores d'altérations et des germes de contaminations

Les groupes que nous avons recherchés sont : (Flore aérobie mésophile totale, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Levures et moisissures, Clostridium sulfito-réducteur, Streptocoque fécaux), et les espèces suivantes: (*Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus*)

Les principaux milieux utilisés pour le dénombrement et l'isolement de ces germes ainsi que les conditions d'incubation (temps et température d'incubation) sont décrits dans le tableau VII.

Tableau VII: Principaux germes recherchés, milieux de cultures et conditions d'incubation (Lebres et Hamza,2002;AFNOR V 059 ,1996; Bachtarzi, 2012; NF V08-057-1.,2004; Lebres et Hamza,2002; Anonyme 9. J.O.R.A.N°42, 2005).

Germes recherchés	Milieux de culture	incubation
FTAM	Gélose Plate Agar(PCA)	30°C pendant 72h
Levures et Moisissures	Gélose Sabouraud	28°C pendant 5 jours
Coliformes totaux	Gélose VRBG	37°C pendant 48h
Coliformes fécaux	Gélose VRBG	37°C pendant 48h
<i>Staphylococcus aureus</i>	-Enrichissement dans bouillon Giolliti Cantoni -Isolement sur gélose Chapman	37°C pendant 24h 37°C pendant 48h
Clostridium sulfito- réducteurs	Viande Foie additionnée d'Alun de Fer et Sulfite de Sodium	37°C pendant 48h
<i>Salmonella sp</i>	-Pré-enrichissement dans l'eau peptonée tamponnée -Enrichissement dans le bouillon sélénite -Isolement sur gélose Hektoen	37°C pendant 24 h 37°C pendant 24 h; 42°C pendant 24h 37°C pendant 24h
Streptocoque fécaux	-Test de présomption sur milieu Rothe Et test de confirmation sur milieu Litsky	37°C pendant 24h

Les analyses microbiologiques recommandées pour le fromage sont présentées dans l'annexe 03.

3.6.4. Recherche et dénombrement de la flore d'altération**3.6.4.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobique mésophile totale (FTAM)**

La flore mésophile, (également désigné germes aérobies totaux) est l'ensemble de germes aptes à se multiplier à l'air libre avec une croissance optimale à 30°C (**Leclerc et Mossel., 1989**).

Il est réalisé dans la gélose PCA, ensemencement en masse de 1 ml de chacune des dilutions ($10^1 \dots 10^{-5}$). Les boîtes en été icubees couvercle en bas a 30°C, 3 lectures en été effectuées à 24h, 48h et 72 heures (**Lebres et Hamza, 2002**) (annexe 06).

3.6.4.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

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

-Les moisissures; De nombreux champignons filamenteux appelés souvent moisissures. Elles sont aérobies, en général acidophiles pH compris entre (3 et 7) et mésophiles température optimale (20 à 30°C).

Cependant certains espèces sont osmophiles. Ils ont un besoin en eau faible par rapport aux autres microorganismes et peuvent se développer sur des aliments à faible teneur en eau. Leur métabolismes peut être oxydatif mixte (**Bourgeois et al., 1996**).

Un ml de la solution mère et ses dilutions décimal ($10^{-1} \dots 10^{-5}$) est ensemencé en masse dans la gélose sabouraud, ou bien 0,1 ml de la dilution choisie et ensemencé en surface dans la même gélose puis incubé à 28°C pendant 5 jours. Les colonies des levures et moisissures sont dénombrées séparément, selon la norme **AFNOR V 059**., (1996). (annexe 07).

3.6.4.3. Recherche et dénombrement des coliformes**3.6.4.3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux**

Les coliformes totaux se définissent comme des bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnet. Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sol, végétation et eau).

Cette recherche s'est effectuée sur le milieu VRBG selon la norme **NF V08-060**., (2009) 1ml de la solution mère et ses dilution décimal ($10^{-1} \dots 10^{-5}$) est ensemencé en masse dans la gélose, puis incubé à 37°C pendant 48h (**Bachtarzi, 2012**) (annexe 08).

3.6.4.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux

Les coliformes fécaux se définissent comme des bactéries anaérobies facultatives, à Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnet, capable de se développer à 44°C en moins de 24h ce qui distingue des coliformes totaux, ces bactéries apparaissent toujours en grandes quantités dans les déjections animales et humaines et ne se trouve qu'exceptionnellement dans les sols et les eaux qui n'ont pas été l'objet d'une pollution fécale. Ils sont en général en nombres inférieurs aux coliformes totaux et indiquent qu'il y a une contamination récente ou constante.

Une aliquote (1ml) de la solution mère et ses dilutions décimales selon le type d'échantillon est ensemencé en masse dans la gélose VRBG, puis incubé à 44°C pendant 48h (Bachtarzi, 2012) (annexe 08).

3.6.5. Recherche et dénombrement de la flore pathogène

3.6.5.1. *Staphylococcus aureus*

Les *Staphylococcus aureus* appartiennent à la famille des Micrococcaceae. Ce sont des cocci à Gram positif, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles, se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers, coagulase, protéase et catalase positives. (Bourgeois et al., 1996). *Staphylococcus aureus* fait partie de la flore humaine et est surtout présent dans le nez et sur la peau (Kluytmans et al., 1997). Cette bactérie est une des principales causes de toxi-infections alimentaires (Le Loir et al., 2003).

L'ingestion de toxine produite par *S.aureus* provoque des troubles gastro-intestinaux causant une déshydratation qui peut être grave chez des sujets à risques. Il peut produire des entérotoxines dont l'ingestion provoque des vomissements, souvent accompagnés de diarrhée (Hermier et al., 1992).

Le dénombrement des *Staphylococcus aureus* a été effectué sur milieu Giolliti Cantonii selon la norme NF V08-057-1., (2004). Il est réalisé après ensemencement de 1ml de la solution mère et de solution décimale (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) dans des tubes contenant 9ml de milieu (GC) puis l'incubation à 37°C pendant 24h.

Seront considérés comme positifs, les tubes ayant virés au noir. Puis l'isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de Pétri et bien séchées.

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées et incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures. (annexe 09).

3.6.5.2. *Clostridium sulfito- réducteurs*

Les clostridiens sulfito- réducteurs sont des germes appartenant à la famille des bacillaceae bacille + cocci sporulée, des bactéries telluriques, Gram positif, catalase négatif,

mobile anaerobies stricts et généralement mésophiles, mais supportent les variation du pH et de temperature, et dont quelques espèces sont thermophiles. Ils sont souvent utilisés comme des indicateurs pour l'appréciation de la qualité hygiénique des denrées alimentaires y compris le fromage fondu.

20 ml de la solution mère sont chauffés à 80°C pendant 10 minutes choc thermique pour provoquer la sporulation. Après un refroidissement rapide sous courant de froide le volume chauffé est stérilement inoculé dans un tube contenant la gelose viande foie préalablement fondu et additionnée des 2 additifs : Alun de Fer et Sulfite de Sodum et maintenue en surfusion à 45°C. les tubes sont incubés à 37°C. la lecture est faite après 24h, 48h et 72 heures (Lebres et Hamza.,2002) (annexe10).

3.6.5.3. Recherche de *Salmonella sp*

➤ Pré-enrichissement

Une quantité de 25 g de fromage est inoculée dans 225 ml d'eau peptonée exempte d'Indole et incubée à 37°C/24 h.

➤ Enrichissement

Repiquage de 1ml des tubes d'eau peptonée positifs dans 9 ml de bouillon au sélénite de sodium (SFB) et incubation à 37°C/24 h.

➤ Isolement

Ensemencement en stries à la surface de la gélose Hektoen à partir des tubes SFB positifs et incubation à 37°C/48 h (Anonyme 9. JORADZN°42. 2005) (annexe11).

3.6.5.4. Dénombrement des streptocoques fécaux

Les Streptoques fécaux sont rechercher et dénombrés en milieu liquide par la technique NPP (Nombre Plus probable), par présomption sur milieu de Rothe puis confirmation sur milieu Eva Litsky des tubes Rothe positifs. Dans le test confirmatif, nous avons considéré comme positifs, les tubes présentant à la fois un trouble microbien et une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube. La lecture finale, après 24h d'incubation à 37°C, s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady en tenant compte uniquement des tubes d'Eva Litsky positifs (Lebres et Hamza, 2002).

3.7. Analyses physico-chimiques

3.7.1. Détermination de pH

La mesure de pH du produit consiste à introduire l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon après réglage de la température d'étalonnage. La lecture se fait directement sur le pH-mètre. Selon la norme **AFNOR V 04-316., (1980)**, la sonde du pH-mètre a été introduite directement dans l'échantillon de la pâte de fromage à une température 25°C. La mesure a été répétée 3 fois pour chaque échantillon (annexe 12).

3.7.2. Détermination de l'acidité titrable en degré Dornic

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acidité lactique à l'aide de l'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/l. la présence de phénolphthaléine, comme indicateur coloré, indique la limite de la neutralisation par changement de couleur(rose pâle). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) où :1°D représente 0,1g d'acidité lactique dans un litre de lait (**Mathieu,1998**).

5g de fromage et 30 ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie à 20°C ont été introduits dans une fiole conique, le mélange a été bien agité puis laissé au repos pendant 20min. Pour la détermination de l'acidité 10ml du produit était prélevé, ajouter de 0.1ml de phénolphthaléine puis titrer avec du NaOH N/9 jusqu'à apparition d'une couleur rose pâle persistante (**Amariglio, 1986**) (annexe13).

3.7.3. Détermination de la conductivité

On a utilisé la même méthode de préparation de l'échantillon comme l'acidité. La conductivité électrique est propriété d'un corps ou d'une substance à transmettre le courant électrique. Elle se mesure en millisiemens par centimètre(ms/cm). Cette propriété est majoritairement due aux ions (essentiellement chlorures, phosphates, citrate, carbonates et bicarbonate de potassium, sodium, calcium et magnésium) (**Jacquinet, 2009**) (annexe 14).

3.7.4. Détermination de l'extrait sec total

La perte de masse d'un produit lorsqu'il est soumis à une dessiccation renseigne sur sa teneur en eau. La dessiccation à 103°C + ou - 2°C d'une quantité déterminée de produit, jusqu'à masse constante donne sa teneur en eau. (**Anonyme 7. JORADZN° 25, 2013**). Dans notre cas 5g de fromage fondu sont mis dans une capsule en porcelaine. Cette quantité séchée à une température de 103°C plus ou moins 2°C pendant 3h. dans une étuve à la pression atmosphérique la capsule est placée dans un dessiccateur pour refroidissement. L'échantillon est pesé puis introduit de nouveau dans l'étuve. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant. (**Anonyme 7. JORADZN° 25, 2013**) (annexe15).

La teneur en eau est exprimée selon la formule suivante

$$\text{Hr}\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

- m_0 : masse en gramme de la capsule vide.
- m_1 : masse en gramme de la capsule de la prise d'essai avant la déssication échantillon frais).
- m_2 : masse en gramme de la capsule de la prise d'essai apres la déssication échantillon sec)

par différence, on obtient le taux du matière sèche :

$$100\% - H = \text{EST}$$

- EST : Extrait sec total.
- Hr : Humidité relative.

Chapitre 4

Résultats et discussion

4. Résultats et discussion

4.1. Résultats relatifs aux analyses microbiologiques

Chaque semaine nous avons utilisé 03 échantillons pour analyser, mais dans la troisième semaine à température de conservation 04°C, 06 échantillons ont été utilisés (03 pour évaluer la qualité microbiologique durant la troisième semaine, et 03 pour faire les analyse après l'ouverture directe de l'emballage et pendant 02 heures de l'exposition à l'air ambiant).

Tableau VIII: Résultats des analyses microbiologiques pour les trois semaines.

		La température 4°C			La température 25°C			Norme
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	
FTAM (UFC/g)	Minimum	1,72.10 ²	1,7. 10 ²	1,190.10 ⁴	1,60.10 ²	2,48.10 ²	2,08.10 ⁴	3000
	Maximum	2. 10 ²	2. 10 ²	1,964.10 ⁴	2. 10 ²	2,61.10 ²	2,083.10 ⁴	
	Moyenne	1,84.10 ²	1,85.10 ²	1,961.10 ⁴	1,86.10 ²	2,53. 10 ²	2,082.10 ⁴	
	Ecart type	14,42	15	20,48.	23,09	7,05	17,32	
Levures et moisissures (UFC/g)	Minimum	-	-	1,50. 10 ²	-	-	3,35. 10 ²	1000
	Maximum	-	-	1,69. 10 ²	-	-	3,64. 10 ²	
	Moyenne	-	-	1,53. 10 ²	-	-	3,46. 10 ²	
	Ecart type	-	-	14,84	-	-	16,06	
Coliformes totaux (UFC/g)		-	-	-	-	-	-	100
Coliformes fécaux (UFC/g)		-	-	-	-	-	-	10
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)		-	-	-	-	-	-	100
<i>Salmonella</i> (UFC/g)		-	-	-	-	-	-	0
<i>Clostridium sulfitoreductr</i> (UFC/g)		-	-	-	-	-	-	1
Streptocoque fécaux		-	-	-	-	-	-	/

(S : Semaine, (-): Absent, (/): Pas de norme.

Après conservation, des échantillons à 04°C pendant 02 semaines, au cours de la troisième semaine, des analyses ont été validé, après ouverture et exposition des échantillons à l'air ambiant. Les résultats sont représentés en tableau (Tableau IX).

Tableau IX : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons après l'ouverture d'emballage et après exposition à l'air ambiant pendant 02 heures.

		Après l'ouverture d'emballage	Après 2 heures de l'exposition à l'air ambiant
FTAM (UFC/g)	Minimum	Absent	$8,20. 10^2$
	Maximum	Absent	$8,53. 10^2$
	Moyenne	Absent	$8,36. 10^2$
	Ecart type	Absent	16,66
Levures et moisissures (UFC/g)	Minimum	Absent	$3,36. 10^2$
	Maximum	Absent	$5,53. 10^2$
	Moyenne	Absent	$5,43. 10^2$
	Ecart type	Absent	8,75
Coliformes totaux (UFC/g)		Absent	Absent
Coliformes fécaux (UFC/g)		Absent	Absent
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)		Absent	Absent
<i>Salmonella</i> (UFC/g)		Absent	Absent
<i>Clostridium sulfito reductrice</i> (UFC/g)		Absent	Absent

4.2. Résultats relatifs analyses physicochimiques

Tableau X: Résultats des analyses physico-chimiques pour les 03 semaines.

		La température 4°C			La température 25°C		
		S1	S2	S3	S1	S2	S3
pH	Minimum	5,56	5,51	5,49	5,6	5,58	5,56
	Maximum	5,61	5,85	5,52	5,75	5,68	5,6
	Moyenne	5,58	5,55	5,50	5,66	5,62	5,58
	Ecart type	0,02	0,03	0,01	0,07	0,05	0,02
Conductivité (ms/cm)	Minimum	4,3	4,35	4,44	4,33	4,46	4,73
	Maximum	4,39	4,47	4,52	4,46	4,49	4,75
	Moyenne	4,35	4,40	4,48	4,38	4,48	4,74
	Ecart type	0,04	0,06	0,04	0,01	0,01	0,01
Acidité (°D)	Minimum	15,8	15,87	18,4	16,7	17,58	20,2
	Maximum	15,9	15,89	18,54	16,74	17,62	20,28
	Moyenne	15,84	15,84	18,48	16,72	17,60	20,24
	Ecart type	0,05	0,05	0,07	0,02	0,02	0,04
Extrait sec total (%)	Minimum	47,64	55,65	56,4	53,79	55,15	57,67
	Maximum	48,4	56,30	57,15	53,82	55,24	57,90
	Moyenne	48,2	56	56,8	53,8	55,2	57,8
	Ecart type	0,38	0,32	0,37	0,01	0,04	0,11
Humidité relative (%)	Minimum	51,6	43,7	42,85	46,18	44,76	42,1
	Maximum	52,36	44,35	43,6	46,21	44,97	42,33
	Moyenne	51,8	44	43,2	46,20	44,86	42,20
	Ecart type	0,38	0,32	0,37	0,01	0,10	0,11

Tableau XI: Résultats des analyses physico-chimiques, après ouverture de l'emballage et exposition à l'air ambiant pdt 02 heures.

		Après l'ouverture de l'emballage	Après 2 heures
pH	Minimum	5,63	5,5
	Maximum	5,47	5,64
	Moyenne	5,68	5,57
	Ecart type	0,05	0,07
Conductivité (ms/cm)	Minimum	4,4	4,6
	Maximum	4,54	4,74
	Moyenne	4,48	4,69
	Ecart type	0,07	0,07
Acidité (°D)	Minimum	16,5	19,95
	Maximum	17,01	20,67
	Moyenne	16,72	20,24
	Ecart type	0,026	0,37
Extrait sec total (%)	Minimum	57,75	60,86
	Maximum	57,85	61,13
	Moyenne	57,8	61
	Ecart type	0,05	0,13
Hr (%)	Minimum	42,15	38,87
	Maximum	42,25	39,14
	Moyenne	42,2	39
	Ecart type	0,05	0,13

4.3. Discussions des Résultats

4.3.1. Discussions des Résultats des analyses Microbiologiques

4.3.1.1. Flore aérobie mésophile totale

Selon la courbe d'évolution des germes totaux à température 04°C et à 25°C, un développement de la flore (FTAM) en: (UFC/g) est remarquable : $1,84.10^2$; $1,9.10^4$; et de $1,86.10^2$ à 2.10^4 , avec les de moyennes de: $7,76.10^2$; $7,08.10^3$ UFC/g respectivement.

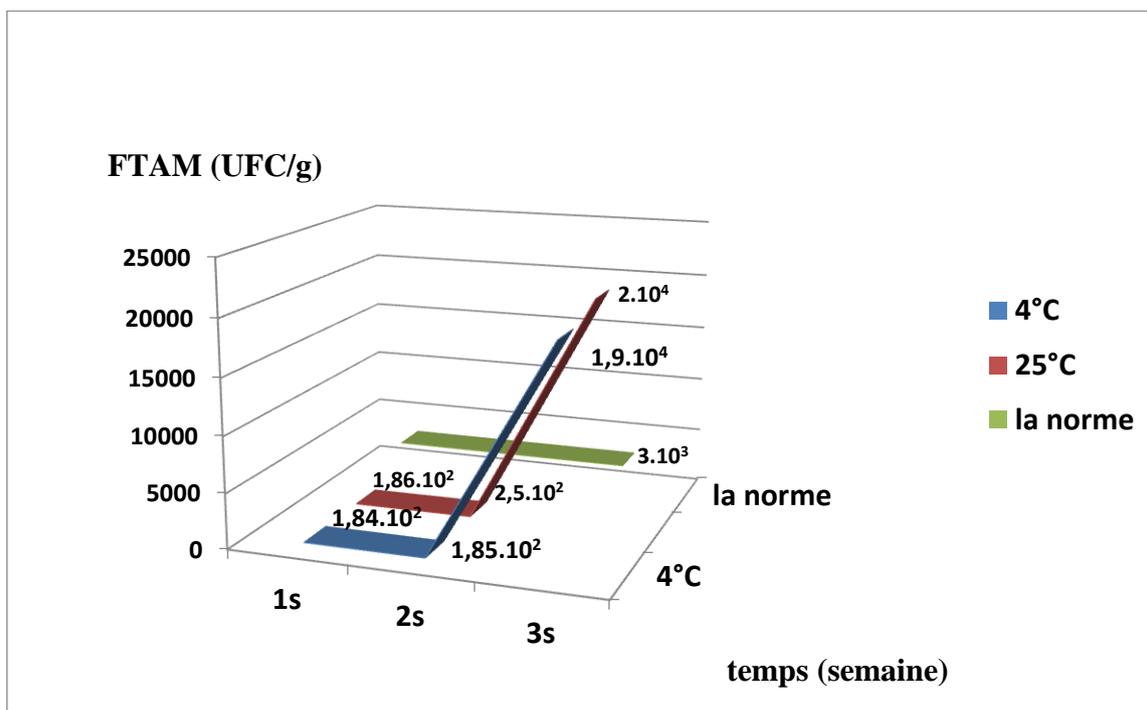


Figure03: Evolution des FTAM en fonction du temps et de la température.

Par ailleurs, et contrairement aux résultats négatifs de la 1ère et la 2ème semaine, dans la troisième semaine et pour les deux températures 04°C et 25°C, les résultats obtenus étaient proches de ceux rapportés par: **Lazárková et al., (2010)**, ayant analysé 25 échantillons de fromages fondus, les contaminations ont été évaluées à un taux de 10^4 UFC/g. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'application de différents modes de stérilisation et de leur effet sur la qualité de fromages fondus en conservés.

La flore aérobie mésophile totale, nous renseigne toujours, sur la qualité hygiénique. Cette flore, reflétant la charge d'échantillon en M.O eucaryote et procaryote aérobie. La plus recherchée dans les analyses microbiologiques. Le dénombrement de cette flore, pour nos échantillons des fromages fondus, a montré une charge microbienne mésophile conformes aux normes requises, pour l'ensemble des échantillons. Pour l'estimation de la flore aérobie mésophile totale (FAMT), nous avons utilisé un milieu de culture complexe : la Gélose Plant Count Agar (**Aggad et al., 2009; Meribai et al., 2017**). Ce dernier, est le plus recommandé

par toutes les normes. En effet, nous avons observés que la plus part de nos échantillons, ont donnée des flores dépassant légèrement les normes en 3eme semaines. Ceci reflète une contamination (au cours de cette semaine) des fromages fondus.

Cependant **Eck et Gillis, (1997)**, avaient noté que les fromages fondus sont des aliments à forte concentration en microorganismes, du faite de leur teneur en eaux (A_w) et de leur composition biochimique, sont donc des milieux de cultures idéales pour les prototrophes et auxotrophes.

Les FTAM sont de germes d'altération, leur présence indique une mauvaise hygiène (des ingrédients de mauvaise qualité, des équipements insalubres ainsi qu'à une hygiène personnelle insuffisante).

4.3.1.2. Les levures et moisissures

Durant les deux premières semaines, on a observé une absence totale des levures et des moisissures, pour les deux températures : 04°C et 25°C , mais un développement a été enregistré au cours de la troisième semaine, les moyennes étaient : $1,53.10^2$ et $3,46.10^2\text{UFC/g}$ respectivement (Figure 04).

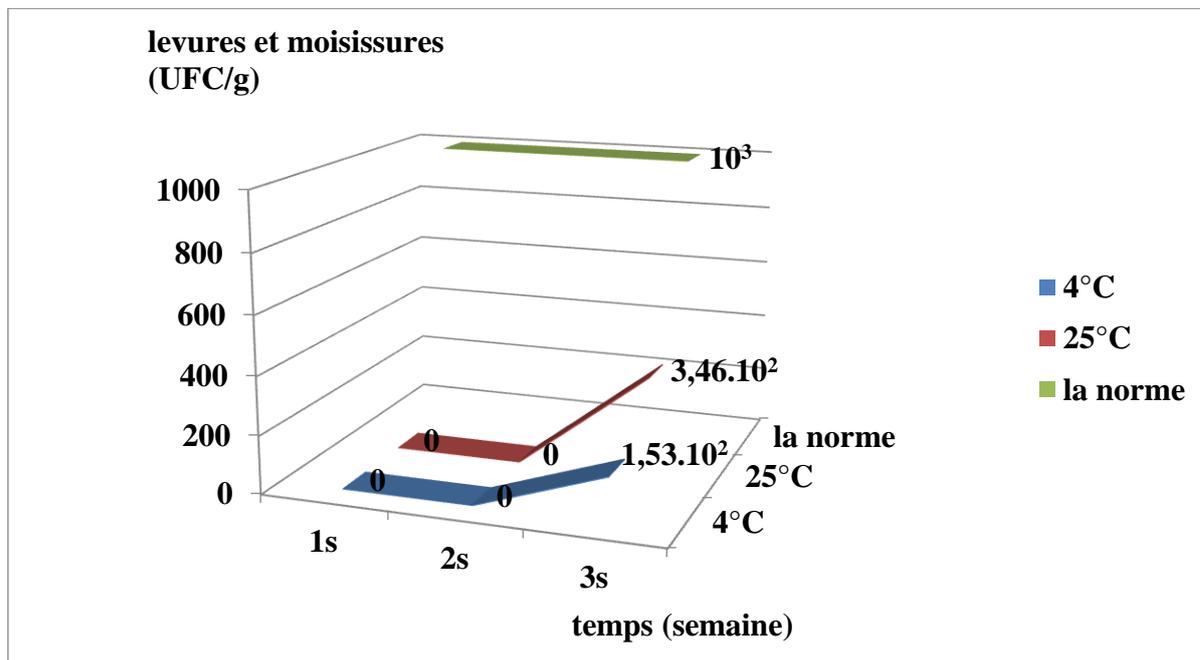


Figure 04 : Evolution des levures et moisissures en fonction du temps et de la température.

Les levures et les moisissures sont des contaminants habituels des laits et des produits laitiers, toutefois leur caractère fortement aérobic limite leurs proliférations aux interfaces des substrats avec l'atmosphère.

Le développement équilibré de levures et des moisissures,ensemencées, de manières naturelles et/ou dirigées sur de nombreux types de fromages, contribue efficacement par leurs

activités enzymatiques élevées et variées à la protéolyse et à la lipolyse de la pâte au cours de l'affinage (Eck et Gillis, 1998).

Selon Guiraud et Galzy, (1998): Le développement des levures et moisissures dans la troisième semaine de conservation est probables dû aux causes suivantes :

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

Dans notre cas, nous avons enregistré des valeurs légèrement élevés mais inférieur par rapport aux normes, les sources de ces contaminations semblent probablement dues à causes suivantes:

- Mauvaises manipulations et/ ou au niveau de laboratoire.
- Contamination par l'environnement de laboratoire et le personnel.
- Contamination par le matériel.

4.3.1.3. Coliformes totaux et fécaux

La recherche des coliformes a montré, une absence totale, dans le fromage fondu à différentes température 04 °C et 25°C et après 02 heures de l'ouverture.

Les résultats obtenus, sont conformes aux normes nationales (**Anonyme 8. 1998-Arrêté interministériel du 24 Janvier 1998, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires Journal Officiel 35/1998**), ce qui indique leur bonne qualité hygiénique pendant la fabrication et la conservation.

Les dénombrements des flores bactériennes, notamment celles indicatrices des contaminations (coliformes fécaux, flores indologenes et les Streptocoques du groupe D), enregistrés à une absence, avec l'absence quasi-totale des espèces pathogènes et toxigènes (*Salmonella sp et Staphylococcus sp*), traduit les niveaux d'hygiène des laits utilisées comme matière première, de l'environnement de fabrication, de maturation et de séchage.

Vivegnis et al., (1998), lors d'une étude microbiologique portée sur 153 échantillons de fromages fabriqués du lait cru, dans la région de Wallonie -Belgique, avaient relevé que les productions réalisées dans des ateliers de petite taille (artisanale), ont des niveaux de contamination inférieurs à ceux observés dans les productions issues des complexes industrielles.

La recherche de microorganismes, indicateurs de contamination d'origine fécale, permet de juger l'état hygiénique, d'un produit alimentaire. Même à des niveaux faibles, ils témoigneraient aussi des conditions hygiéniques, régnant lors de collecte et du traitement du lait, et/ ou au cours de transport, de fabrication et d'emballage. La présence de coliformes fécaux, signale, le plus souvent, une contamination exogène d'origine fécale (**Guiraud, 1998; Aggad et al., 2009**). Toutes les normes, en microbiologie alimentaire, recommandent, la recherche des coliformes sur le bouillon d'enrichissement (BLBVB), ce dernier renferme un agent sélectif : la bile et le vert brillant. Ce milieu, reste le milieu de référence, le plus recommandé pour la recherche des coliformes dans les aliments (**Marshal et al., 1987; Guiraud, 1998**). Le Bouillon lactose au Pourpre de bromocrésol (BCPL); est un bouillon d'enrichissement, riche en lactose, et non sélectif (**Joffin et Joffin, 1993; 1999**), permettant la récupération de toutes les entérobactéries, dégradant le lactose, recommandé, surtout, pour la colimétrie des eaux (**Rodier et al., 2007**) et des aliments (**Guiraud, 1998**). Dans notre étude nous avons utilisé la VRBG, avec ensemencement à 37 °C et à 44 °C, étaient faibles.

4.3.1.4. *Staphylococcus aureus*

La présence des staphylocoques dans les fromages, représente un risque pour la santé du consommateur, parce que certaines souches, d'appartenance principalement, à l'espèce *Staphylococcus aureus*, produisent des toxines thermolabiles dont, l'ingestion provoque une toxi- infection alimentaire à staphylocoques (**De Buyser, 1996**).

Le lait et les produits laitiers, y compris les fromages, ne deviennent des aliments toxiques, que s'ils sont contaminés par des souches Staphylococciques, productrices des toxines et si des conditions favorables à une multiplication bactérienne importante et à la toxinogénèse se trouvent réunies (**Poutrel et al., 1992; 2004**).

L'origine de la contamination du produit, peut survenir par l'intermédiaire de porteurs sains ou infectés, ou par les surfaces et ustensiles et de l'environnement de fabrication.

D'après les nombreuses enquêtes réalisées à ce sujet, et dans des conditions optimales de culture, au laboratoire, le pourcentage de souches Staphylococciques toxinogène, variait de 30% à 60% chez des souches d'origine ovines et caprines, contre seulement 04% à 10% chez les souches isolées des espèces bovines (**De Buyser et La peyer, 1994; Hait, 2012**).

A ce titre, **Meyrand et al., (1998)**: Lors d'une étude menée sur un fromage à pâte molle, fabriqué a base du lait de chèvre additionnée d'un inoculum de *Staphylococcus aureus* : L'étude a montré la présence des *Staphylococcus* durant les différentes étapes de fabrication y compris pendant le salage et après 41 jours de maturation. De même, l'étude avait enregistré, la présence de la toxine Staphycoccique à l'état de trace.

4.3.1.5. Les Clostridium Sulfito- Réducteurs (CSR)

Pour la recherche du groupe des Clostridium Sulfito- Réducteurs (CSR), nous avons utilisé un milieu semi solide (complexe), viande foie (V- F), avec deux additifs: (01,5 ml de sulfite de sodium à 05% et 05 ml Alun de fer à 05%) (Larpen et al., 1997 ; Guiraud, 1998;).

Un chauffage, préalable de 10 min à 80 °C a été effectué, pour chaque échantillon, pour provoquer la sporulation des formes de résistance (les spores) (Joffin et Joffin, 1993).

La contamination, des fromages par les bacilles sulfito- réducteurs, pourrait avoir lieu, de la matière première et au cours des différentes étapes de fabrication (depuis la traite du lait jusqu'au matériel d'emballage du produit fini et au cours de conservation (Guiraud, 1998).

Sadek et al., (2015), avaient enregistré, sur un effectifs de 150 échantillons du fromage fondu : des flores aérobies et anaérobies sporogènes, à voisinant : $05,6 \times 10^6$ UFC/ g. Ce qui est en controverse avec nos résultats.

4.3.1.6. Salmonella Sp

Dans les fromages, un nombre de dix cellules de *staphylocoque* est toléré, alors que l'absence des *salmonelles* est exigée (Joffin et Joffin., 1999).

Cette absence est due à la sensibilité de ces germes aux traitements thermiques à la cour de l'étape de la pasteurisation. Les mêmes résultats trouvés par Zaimeddine et Zerouali, (2015).

Selon Buňková et Buňka, (2015), la qualité microbiologique du fromage dépend principalement de la qualité microbiologique de la matière première utilisée, des conditions d'hygiène pendant la production ainsi que du type de matériau d'emballage et des conditions de stockage. (Lazárková et al., 2010).

4.3.1.7. Les Streptocoques fécaux

En règle générale, le taux des streptocoques fécaux, est en rapport avec l'état de santé des espèces laitières, les conditions hygiéniques de la traite, de collecte et d'éventuelles contaminations, au cours du dénombrement (Labioui et al., 2009).

Les streptocoques fécaux, sont des indicateurs de contamination fécale ancienne, et moins potentielle, que les pollutions causées, par les coliformes fécaux (Guiraud, 1998).

Toutes les normes de la microbiologie alimentaire, recommandent l'utilisation des deux milieux liquides (bouillons) : Rothe et Eva-Litsky, pour le dénombrement des streptocoques fécaux (Guiraud, 1998).

En outre, la sélectivité du milieu Litsky, est due à la présence de l'éthyl-Violet et l'azide de sodium, en double concentration, par apport au bouillon Rothe (Joffin et joffin, 1993). Les streptocoques fécaux étaient absents dans l'ensemble de nos échantillons.

4.4. Résultats des analyses microbiologiques des échantillons après l'ouverture d'emballage et après 2 heures de l'exposition à l'air ambiant.

4.4.1. Flore totale aérobie mésophile (FTAM)

D'après les résultats obtenus des FTAM sont absent pour la température de 04°C, après l'ouverture directe, elles présentent une charge moyenne de l'ordre de : 836,66UFC/g après 02 heures de l'ouverture (figure 05).

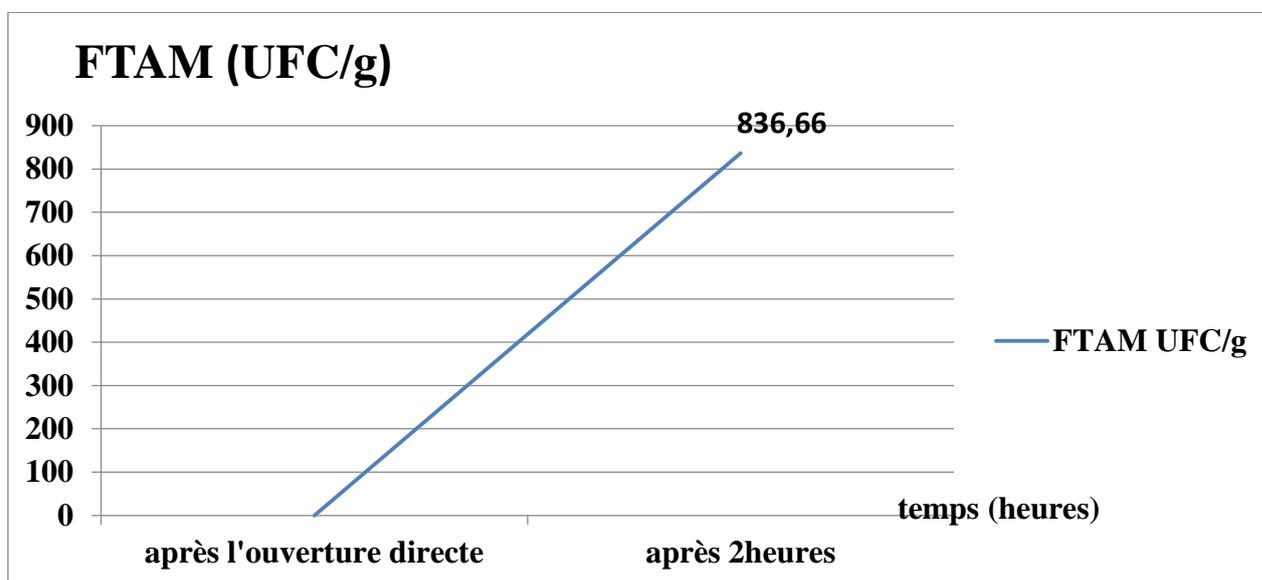


Figure 05: Evolution des FTAM en fonction de temps(h).

Un nombre élevé de germes FTAM est constaté lorsque le fromage fondu maintiennent ouvert a l'air ambiant pendant deux heures.

La recherche des microorganismes aérobie non pathogène, permet de dénombrer, les flores bactériennes, se développant dans des conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries par unité de l'aliment.

Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la sante, mais sont de indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologiques.

Guiraud, (1998) a montré que cette flore, appelée aussi FTAM (flore aérobie totale mésophile générale revivifiable est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits, ainsi le nombre des germes totaux pourra donner une indication de l'état de fraîcheur ou de la qualité sanitaire du produit.

La recherche des microorganismes aérobies non pathogènes permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles de culture et représentant la teneur moyenne en bactéries d'une ressource naturelle.

4.4.2. Les levures et moisissures

D'après les résultats obtenus, les levures et moisissures sont absents pour la température 04°C après l'ouverture directe, ils sont présentent avec la charge moyenne de l'ordre de 543,33UFC/g pour la température 04°C après 2 heures de l'ouverture (Figure 06).

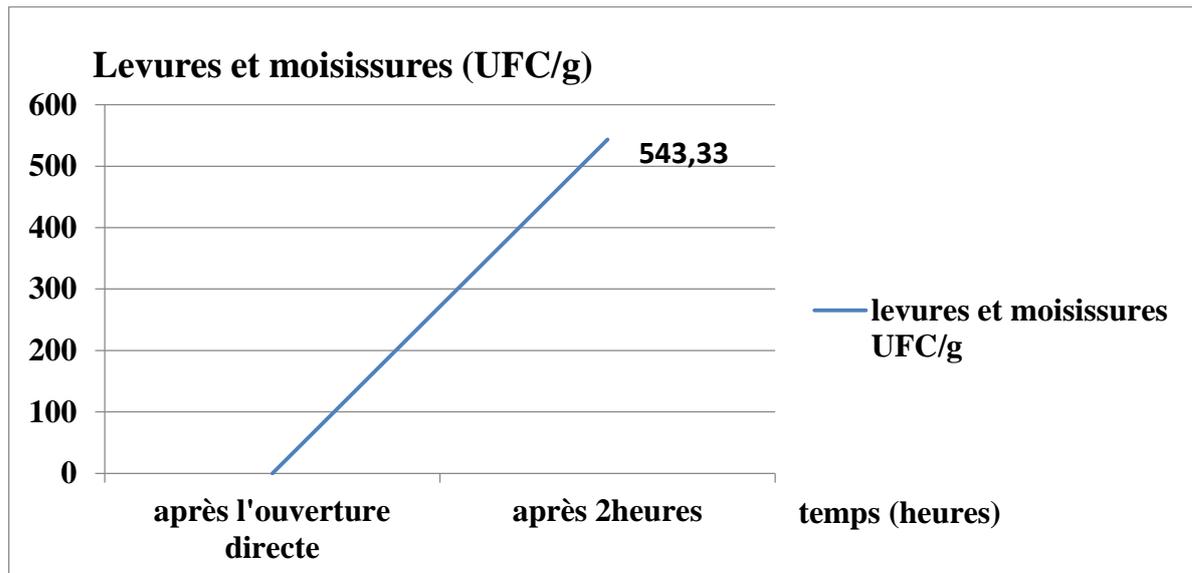


Figure 06: Evolution des levures et moisissures en fonction de temps(h).

Bouix et Leveau, (1980) : affirment que la présence des levures et moisissures, n'est pas souhaitable, dans les produits alimentaires ; ils ne sont pas pathogènes, mais peuvent produire, par leur développement dans les produits finis, des altérations marchandes par formation de trouble, d'odeurs, de gout annexes anormaux et par la formation de CO₂.

Le développement de FTAM, des levures et moisissures, après l'exposition à l'air, n'est pas négligeable, la prolifération est dû, aux conditions favorables pour ces MO aerobis.et la température ambiante mais ces résultats n'ont pas dépassé les normes.

4.5. Résultats et discussion des analyses physicochimiques

4.5.1. Détermination du pH

Les valeurs de pH diminuent de façon générale, pour la température 4°C les valeurs des 3 semaines obtenues étaient : 5,58 ; 5,55 ; 5,50 respectivement, avec une moyenne de 5,54. Pour la température 25°C les valeurs sont 5,66 ; 5,62 ; 5,58 respectivement avec une moyenne de : 5,62 (figure 07).

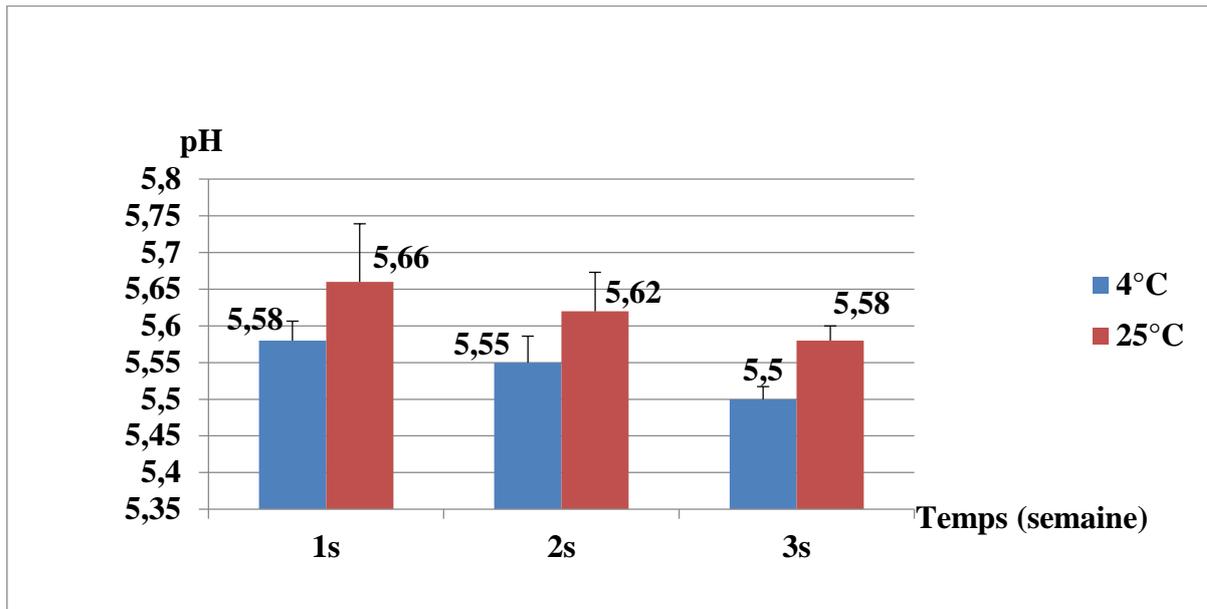


Figure 07: Variations du pH en fonction de temps et de la température.

Les résultats obtenus indiquent que la température 25°C abaisse légèrement la valeur du pH comparativement à la température 4°C.

En comparaison avec les valeurs rapportées par **Eck et Gillis, (1997)** **Roustel et Boutonnier (2015)**, qui sont de l'ordre de 5,3 à 5,8 et de 5,50 à 5,55 respectivement, on constate que les moyennes des valeurs de pH obtenues dans notre travail sont 5,5 pour la température 4°C et 5,6 pour la température 25°C.

Ces valeurs sont conformes à celles indiquées par l'agence canadienne de l'inspection des aliments (**Anonyme 4. A.C.I.A, 2014**), qui exige que le pH des fromages fondus ne doit pas dépasser 5,6.

Le pH des fromages fondus est un paramètre important car il agit d'une part sur la dissociation des différents groupes à liaison calcium donc sur l'action des sels de fonte et d'autre part sur la solubilité des protéines (**Boutonnier, 2000**).

Selon **Vignola, (2002)**, Une stabilité du pH de fromages .En effet, l'ajustement du pH lors de la formulation du fromage fondu constitue une étape importante dans le procédé de fabrication. Cet ajustement permet d'obtenir un produit à consistance uniforme et sans

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

La transformation graduelle du lactose en acide lactique fait abaisser le pH. Donc, la légère diminution du pH observée est peut-être due aussi à la transformation du lactose en acide lactique. L'augmentation de l'acidité couplée à la diminution du pH peut s'expliquer par l'existence d'une activité métabolique de la flore microbienne des fromages : l'ensemble des bactéries lactiques des ferments. Il intervient aussi de manière significative sur la qualité de la microstructure et les interactions protéiques dans les fromages fondus.

4.5.2. Détermination de l'acidité titrable (en degré Dornic)

Une augmentation de l'acidité titrable a été observée pour les deux températures : 04°C et 25°C : Des valeurs de 15,84 ; 15,84 ; 18,48 (enregistrées à 04°C), avec une moyenne 16,72 ; et des valeurs 16,72 ; 17,60 ; 20,24 avec une moyenne 18,18 enregistrés à 25 °C (figure 08).

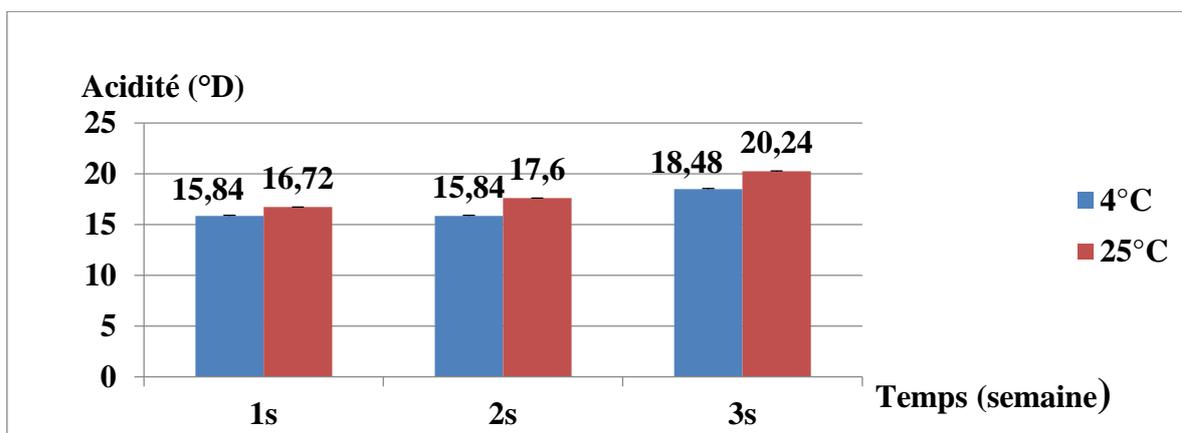


Figure 08 : les variations de l'acidité Dornic en fonction de temps et de température.

Les résultats obtenus montrent que la température ambiante de 25°C augmente significativement la valeur de l'acidité comparativement à la température 04°C.

Cette faible teneur en acide lactique peut être expliquée par la nature des fromages utilisés comme matière premières qui sont généralement des fromages à pâte pressée et longuement affinés (Henning et al., 2006).

L'ajout des ingrédients non laitiers dans la fabrication de fromage fondu diminue la proportion de lactose, qui est responsable de l'acidité après leur dégradation en acide lactique.

4.5.3. Détermination de conductivité

Les valeurs de la conductivité augmente d'une manière générale pour la température 4°C et 25°C respectivement 4,35 ; 4,40 ; 4,48ms/cm avec une moyenne 4,41ms/cm, et 4,38 ; 4,48 ; 4,74 ms/cm avec une moyenne 4,53ms/cm (figure 09).

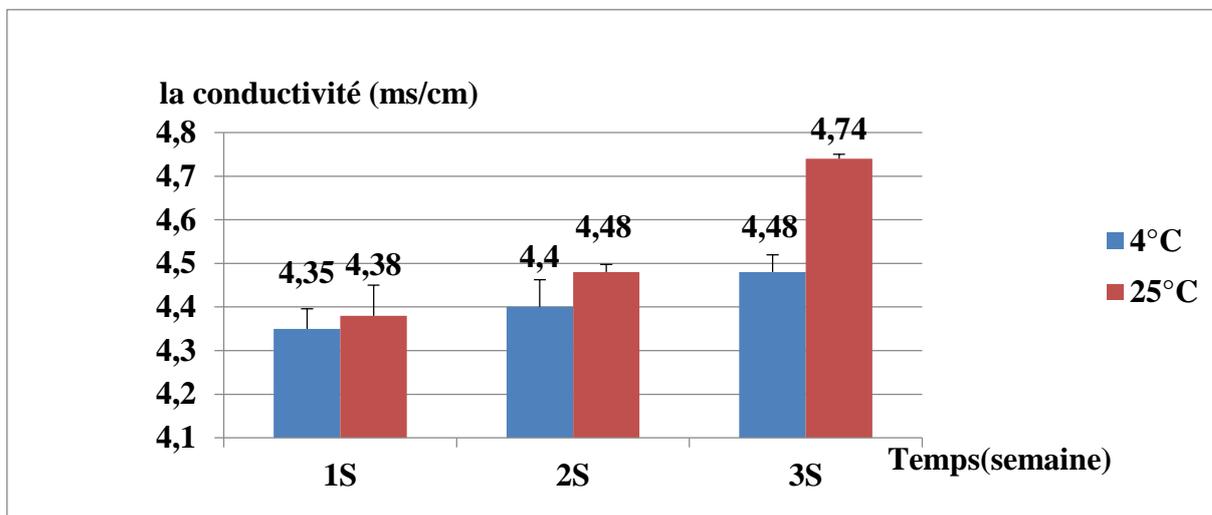


Figure 09: Variation de la conductivité en fonction de temps et de température

Les résultats obtenus montrent que la température 25°C augmente significativement la valeur de la conductivité comparativement à la température 4°C.

Notre résultats sont inférieure à celles de (**Anonyme 3. 2015**).

Ces travaux sur petit suisse montre la valeur de la conductivité obtenu à 4°C est 6,23 ms/cm, pour la température 37°C, la valeur obtenu est 6.24ms/cm.

Notre résultats sont inférieurs à celles de (**Anonyme 3. 2015**).Capable due à l'utilisation de l'échantillon de fromage fondu sous forme d'une solution.

Certains sels minéraux (monovalents, polyvalents) peuvent donc interagir avec les différents composants ou nutriment (acides aminés, acides gras, lactose...), mais aussi la diminution du pH entraine une augmentation du calcium ionique.

L'augmentation de la conductivité obtenue pour la température ambiante 25°C est due à la dégradation partielle de la matrice laitière et ainsi le changement de l'équilibre ionique du milieu (fromage fondu) suite à différentes interactions moléculaires qui résultent de cette dégradation.

4.5.4. Détermination de l'extrait sec total et d'humidité

Une augmentation de l'extrait sec total pour les deux températures : pour la température 4°C les valeurs sont 48,2% ; 56% ; 56,8% avec une moyenne 53,66% (figure 10 et 11).

Pour la température 25°C les valeurs sont 53,8% ; 55,2% ; 57,8% avec une moyenne 55,6%. Pour l'humidité les valeurs de 04°C sont 51,8% ; 44% ; 43,4 % avec une moyenne de 46,4% ; pour la température 25°C les valeurs sont 46,4% ; 44,8% ; 42,2% avec une moyenne de 44,46% (figure 10).

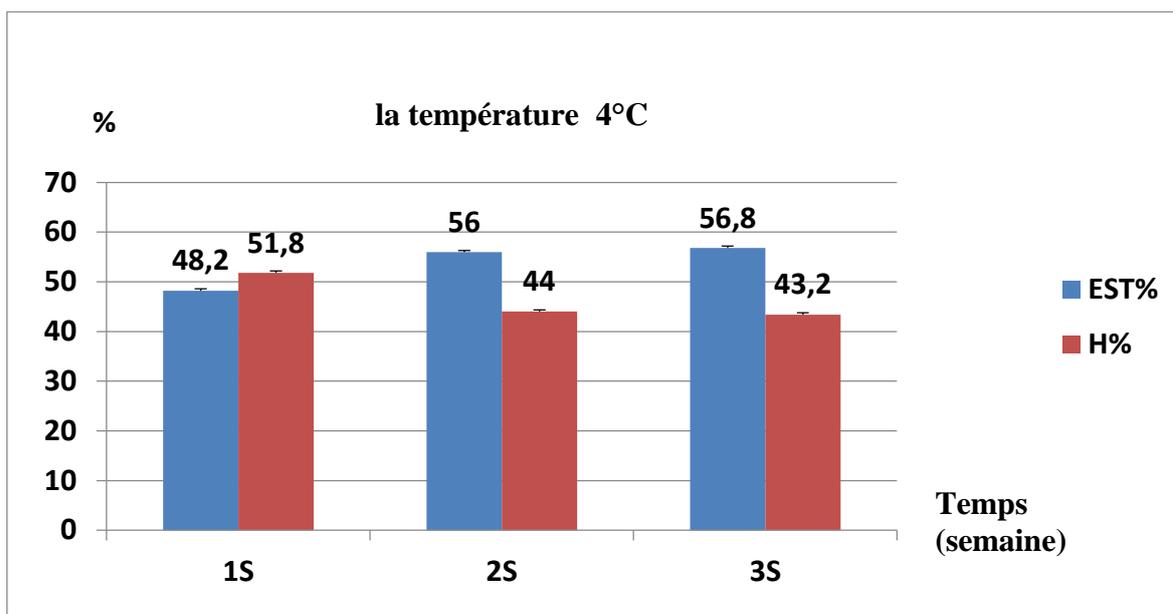


Figure 10: Variations d'extrait sec total et d'humidité en fonction de temps et de température 4°C.

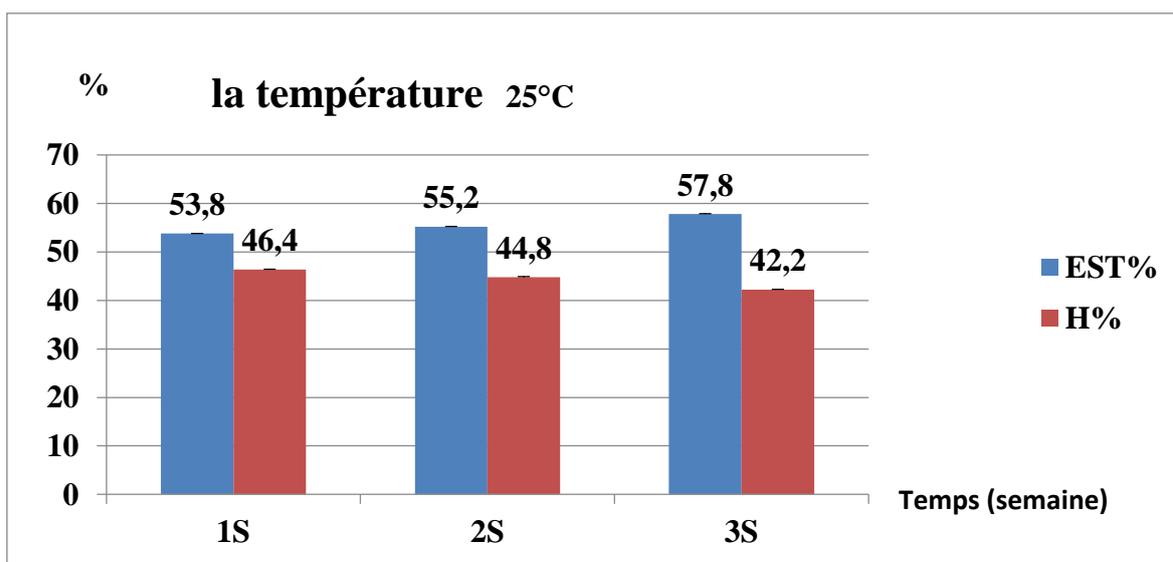


Figure 11: Variations de l'extrait sec total et d'humidité relative en fonction de temps et température 25°C.

Les résultats obtenus sont concordent à celle de **Favier et al.,(1986)** dans le cadre d'une étude sur la composition du lait et des produits laitiers, ont rapporté des teneurs variant de 34 à 37% pour les fromages fondus à 25% de taux G/S et des teneurs variant de 43 à 57 % pour les fromages fondus à 40-50 % de taux G/S.

D'après le Centre Canadien d'Information Laitière (**Anonyme 12. C.C.I.L, 2005**), la réglementation canadienne fixe un taux d'extrait sec total de 50%.

Richonnet, (2016) rapporte un taux similaire dans le cadre d'une étude des caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus.

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

L'augmentation de l'extrait sec total et la diminution de l'humidité est dû probablement à une évaporation d'eau suite à un mauvais conditionnement ou à une faible hygrométrie.

4.6. Résultats des analyses physicochimiques des échantillons après l'ouverture d'emballage et après 2 heures de l'exposition à l'air ambiant.

4.6.1. Détermination de pH

Les valeurs des pH, avaient diminué, durant les deux heures, pour la température 04°C. Après l'ouverture directe la valeur obtenue était de 5,68. Après les deux heures d'ouverture la valeur obtenue était : 05,57 (Figure 12).

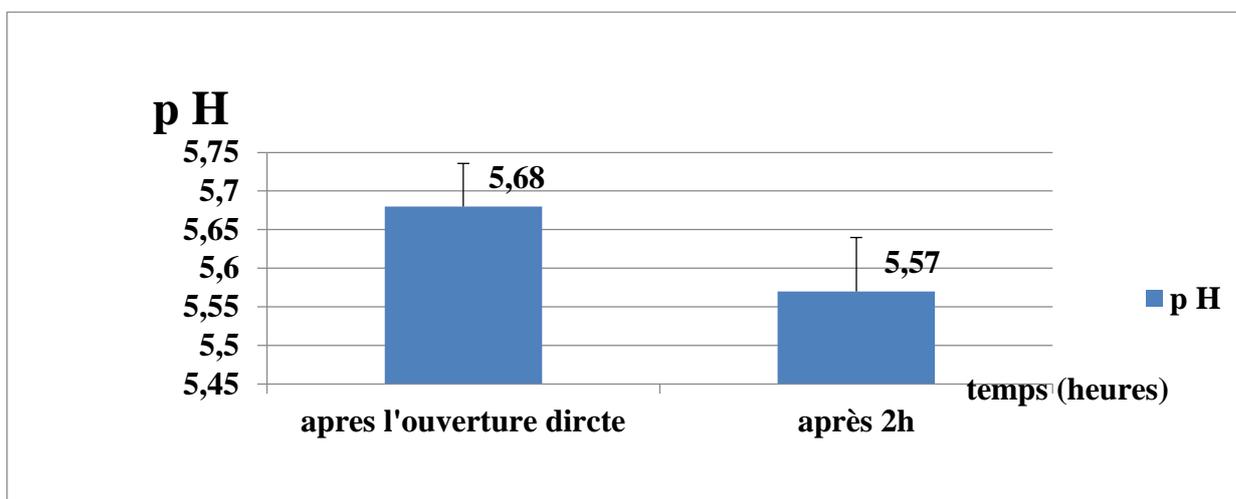


Figure 12: Evolution de pH en fonction de temps (h).

Les résultats obtenus indiquent que l'ouverture de bloc du fromage fondu et son maintien ouvert à l'air ambiante pendant 02 heures abaisse légèrement la valeur du pH comparativement à la valeur initiale.

L'abaissement du pH obtenu est dû en grande partie, à la dégradation de lactose en acides lactique. Selon **Guiraud, (2003)**, la flore banale acidophile et acidifiante peut entrainer un certain nombre d'altération, malgré le traitement thermique de pasteurisation.

4.6.2. Détermination de l'acidité titrable en Dornic (°D)

Les résultats relatifs à l'évolution de la conductivité ont été illustrés par la figure 13. On note que la valeur de l'acidité est augmentent durant les deux heures, pour la température 04°C après l'ouverture directe la valeur obtenu est 16,72°D, après deux heures de l'ouverture la valeur obtenu est 20,24°D.

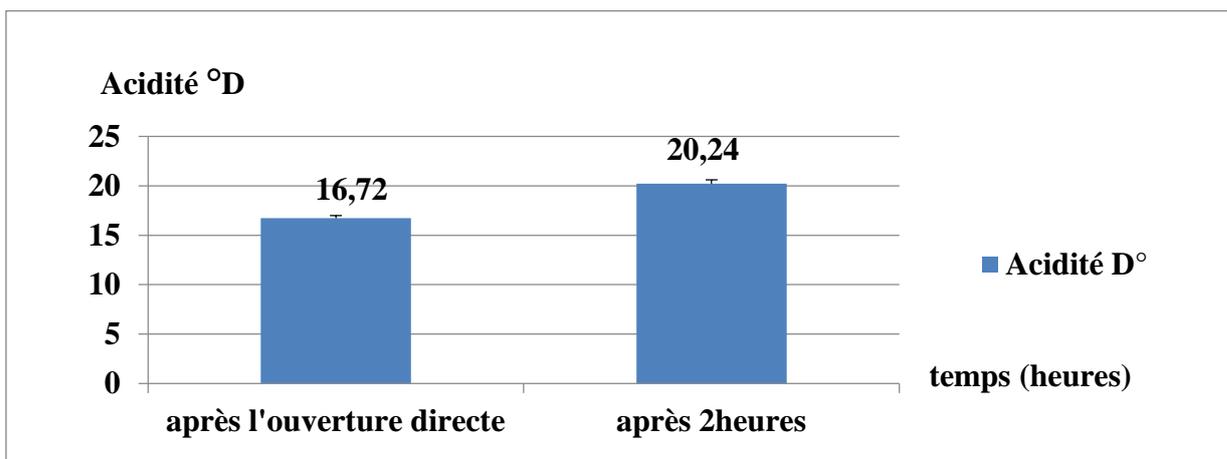


Figure 13: évolution de l'acidité titrable en fonction de temps (h).

Les résultats obtenus indiquent que l'ouverture de bloc du fromage fondu et le maintien ouvert à l'air ambiante pendant 2 heures augmente significativement la valeur de l'acidité titrable comparativement à la valeur initiale.

4.6.3. Détermination de la conductivité

Les résultats relatifs à l'évolution de la conductivité sont illustrés par la figure 14. On note que la valeur de la conductivité est augmentent durant les deux heures, pour la température 4°C après l'ouverture directe la valeur obtenu est 4,48 ms/cm, après deux heures de l'ouverture la valeur obtenu est 4,69ms/cm.

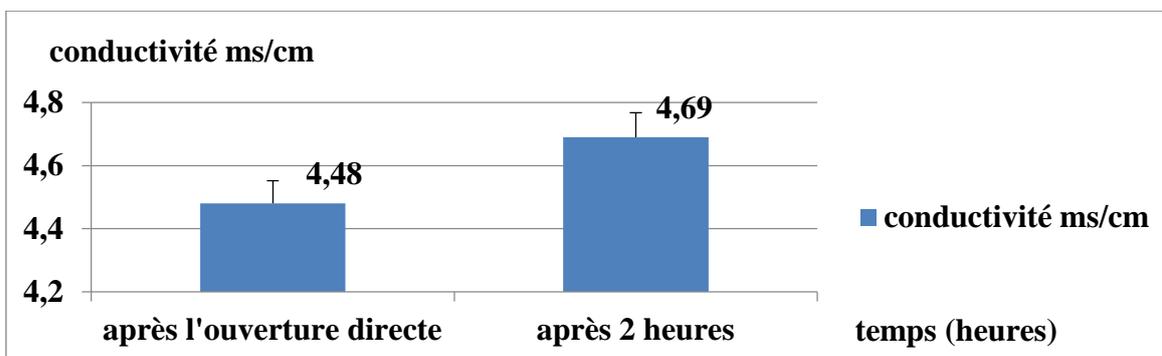


Figure 14: Evolution de la conductivité en fonction de temps (h).

Les résultats obtenus indiquent que l'ouverture de bloc du fromage fondu et le maintien ouvert à l'air ambiante pendant 02 heures augmente légèrement la valeur de la conductivité comparativement à la valeur initiale.

La diminution de pH agit à sur l'augmentation des charges des molécules, donc une augmentation relative de conductivité.

L'augmentation de la teneur en humidité relative (Hr%), facilite dans le fromage fondu le processus d'échange d'ions et conduit à une augmentation de conductivité.

4.6.4. Détermination de l'extrait sec total et l'humidité

Les résultats relatifs à l'évolution de l'extrait sec total et l'humidité sont illustrés par la figure 15. On note que la valeur de l'extrait sec total a augmenté durant les deux heures, pour la température 04°C après l'ouverture directe la valeur obtenue est 57,8%, après deux heures de l'ouverture la valeur obtenue est 61%.

La valeur de l'humidité est diminuée durant les deux heures, pour la température 4°C après l'ouverture directe la valeur obtenue est 42,2%, après deux heures de l'ouverture la valeur obtenue est 39%.

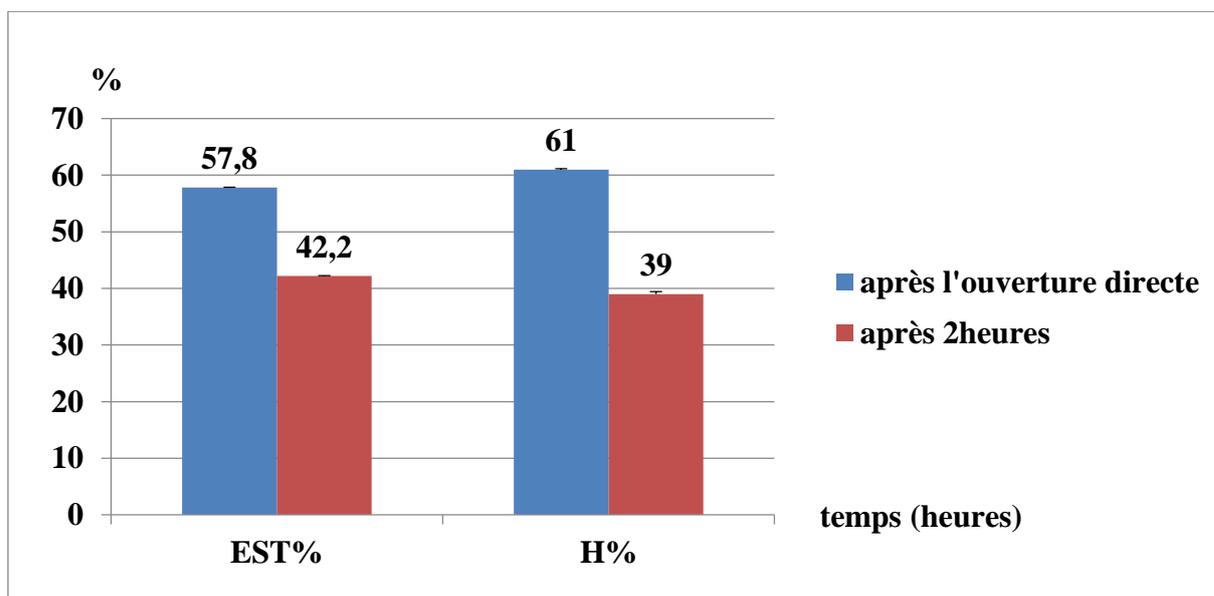


Figure 15: Evolution des valeurs l'extrait sec total et l'humidité en fonction de temps (h).

Les résultats obtenus indiquent que l'ouverture de bloc du fromage fondu et le maintien ouvert à l'air ambiante pendant 02 heures augmente significativement la valeur de l'extrait sec total et diminue la valeur l'humidité comparativement à la valeur initiale.

Concernant l'augmentation significative de l'EST, après 02 heures de l'ouverture du fromage fondu, ceci est dû, à une probable prolifération microbienne, et la diminution de l'Hr % a été attribué à l'évaporation de la teneur en eau.

Conclusion

Conclusion

Cette étude avait pour but d'exploration de la stabilité physicochimique et microbiologique de fromage fondu commercialisé dans la wilaya de Bordj Bou Arréridj, les échantillons ont été conservés à deux températures différentes pendant trois semaines.

L'objectif fixé préalablement étaient ; en plus d'améliorer nos connaissances relatives aux défauts, les plus dominant entachant les fromages fondu, lors de leur conservation et/ou consommation à domicile, d'évaluer la stabilité microbiologique et physicochimique du fromage fondu.

Les tests physicochimiques ont montré que durant toute la période de conservation à température 4°C et 25°C, une légère diminution de pH ; qui dépend essentiellement de la transformation de lactose en acide lactique, une légère augmentation de l'extrait sec total, et diminution de l'humidité relative sous l'effet de l'évaporation de l'eau.

Les analyses microbiologique ont montré, que durant la période de conservés les échantillons sous deux températures (4 C, 25°C°), durant les deux premières semaines (S1, S2) : étaient conformes aux normes national (**J.O.R.A. N°35 1998**), ayant marques une absence totale des flores indicatrice de contamination.

Alors que, à la fin de la troisième semaine (j 21), les échenillons en exhibé des flores mésophiles, à des taux dépassant légèrement la norme.

Concernant les résultats des analyses microbiologiques, relatifs aux échantillons ayant été conservés à température ambiante, après ouverture de l'emballage pendant deux heures : ces derniers étaient exempt des flores d'altération et/ ou de contamination.

Des résultats, illustrés dans des différentes parties de la thèse, discutée, il ressort que l'effectif de nos échantillons était stable de point de vue physicochimique et microbiologique ; même après ouverture d'emballage d'où l'absence de tous risques pour le consommateur.

Perspectives

Notre étude avait pour objectif l'exploration de la stabilité physico-chimique et microbiologique de fromage fondu fabriqué et commercialisé dans la wilaya de Bordj Bou Arréridj.

Les résultats de l'étude sont primordiaux et partielles. Il est fortement souhaitable d'élargir l'étude sur un nombre d'échantillons plus élevé, étalé sur plusieurs marques de fromage fondu et sur une zone géographique plus large et sur les quatre saisons de l'année, et de compléter l'étude par réalisation des tests microbiologiques sur la matière première et le produit fini par recherche et dénombrement des germes suivants :

- *Listeria sp.*
- *Salmonella sp.*
- *Bacillus cereus.*
- Dosage des mycotoxine.
- Dénombrement des flores lactiques thermophile et mésophile.

Des tests physicochimiques:

- Détermination l'activité anti oxydante.
- Dosage du taux de chlorures.
- Dosage du taux de protéines.
- Détermination du taux de cendres.
- Mesure de la teneur en matière grasse.

*Références
bibliographiques*

Les références bibliographiques

- Abdoune O, 2003:** 'De Magister en Sciences Alimentaires Option Nutrition Appliquée Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda : nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage
- Aboutayeb R, 2009 :** Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.
- AFNOR V 04-316., 1980:** Recueil de normes françaises. Méthodes générales d'analyse des produits agro-alimentaires. Chimie. Microbiologie Analyse sensorielle. - Paris : AFNOR.-200p.
- AFNOR, 1999 :** Microbiologie alimentaire : Méthodes horizontales, Tome 1.-Paris : AFNOR.-630 p.
- Aggad H, Mahouz F, Ahmed-Ammar Y and Kihal M. 2009:** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. *Revue Méd. Vét.*, 160, 12, Pp : 590-595.
- Alves d'Oliveira L, 2007:** Composition chimique du lait, Cours de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, *Alimentation des Animaux.* <http://www2.vetlyon.fr/ens/nut/webBromato/cours/cmlait/compolai.html> consulté le 03/03/2014.
- Amariglio S., 1986:** 'Contrôle de la qualité des produits laitiers: Analyses physiques et chimiques', pp. 123–124.
- Amellal R. 1995:** La filière du lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. *CIHEAM. Options Méditerranéennes. Série B*, n14. Pp : 229- 238.
- Amiot, J.Lapointe, Vignola C., 2002:** Sciences et technologie du lait : transformation du lait. *Press Intl Polytechnique. Quebec.* 600. Bacteria', in *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and functional aspects.* 3e Ed., Ma. New York, pp. 175–198.
- Andre c. k, et Gillis J. C, 1997 :** le fromage de la science à l'assurance qualité. Ed, Tec et Doc, Lavoisier 3ème édition, paris, 891P.
- Anonyme 1. CNIS, 2015: Centre national de l'informatique et des statistiques d'Alger 2015:** Statistiques d'importation du cheddar, Algérie. Informations consultées le 02 Mars 2016.
- Anonyme 10. 1989 :** Bienvenu dans le monde des KASOMEL et des fromages fondus. EUROPHOS, 73p.
- Anonyme 11. 1991 :** la fabrication du fromage fondu. Guide JOHA. BK. Ladenburg, 300 p.
- Anonyme 12. C.C.I.L 2005: Centre Canadien d'Information Laitière (2005).** Code national sur les produits laitiers. http://www.Dairyinfo.Gc.Ca/Index_F.Php?S1=Dr-LandS2=CanadaandS3=Ndc-CnplandS4=05-2005. Site Consulté Le 15 Octobre 2016.
- Anonyme 13: CODEX ALIMENTARIEUS., (2015) :** Projet de norme générale pour le fromage fondu (étape 6), CL 2015/34-MMP décembre 2015.
- Anonyme 14: Crédoc, Cahier de la recherche 2013:** CCAF, Tris spécifiques BEL
- Anonyme 2. 1998:** Arrêté interministériel du 24 Janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. **JORA N° 35/1998.** p :7- 25.
- Anonyme 3. 2015:** L'effet de la température de stockage sur la qualité physico- chimique de petit- suisse. Pp39.

- Anonyme 4. A.C.I.A. 2014: Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (2014).** Manuel d'inspection des établissements laitiers. Chapitre 13. Taches Liés aux traitements thermiques.
- Anonyme 5. Ministère. Com. 2015: Ministère Du Commerce Algérien 2015:** Rapport relatif aux intoxications alimentaires enregistrées durant l'année 2015, DGROA /DQC/SDNPA. Février 2015.
- Anonyme 6 : DFI (Département Fédéral de l'Intérieur), 2009:** Ordonnance sur les denrées alimentaires d'origine animale, 48p.
- Anonyme 7 : JORA DZ N° 25., 2013:** Arrêté du 8 décembre 2013 rendant obligatoire une méthode de détermination de la teneur totale en matière sèche des fromages et des fromages fondus.
- Anonyme 8 : JORA DZ N°35 1998:** Arrêté interministériel du 24 Janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires. Journal officiel de la république Algérienne.
- Anonyme 9 : JORA DZ N°42., 2005:** Arrêté du 23 janvier 2005 rendant obligatoire une méthode de recherche des salmonella dans le lait et les produits laitiers.
- Anonyme 15 EFSA: European Food Safety Authority 2010:** Scientific opinion on lactose thresholds in lactose intolerance and galactosaemia. EFSA J;8(9):1777.
- Bachtarzi N., 2012:** qualité microbiologique du lait cru des destine à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'est algérien, pp 37-38.
- Belbedi A., 2013 :** Contribution à la caractérisation du fromage bouhezza : contenu lipidique et vitamines, pp04. 10.1016/j.tifs.2003.09.004.
- Berger W., Klostermeyer H., Merkenich K., Uhlmann G., 1989 :** Processed cheese manufacture. Ladenburg : BK Ladenburg GmbH.
- Berger W., Klostermeyer H., Merkenich K., Uhlmann G., 1993 :** Processed cheese manufacture. Ladenburg : BK Ladenburg GmbH.
- Berre N, 1999:** the composition of ewe's and goats milk , *bull. Inten Dairy.Fed .Le lait*.Edition *Charles corlet*, 140.Pp:5-19.
- Bouix, D. and Leveau, J. 1980:** Les levures : Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, le contrôle microbiologique. Edited by C. S. T. A. Ali. Pp: 21.
- Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J., 1996:** Microbiologie alimentaire.Tome 1 : aspects microbiologique de la sécyrité et de la qualité alimentaire .Ed. Tec. & Doc. Lavoisier. Paris.des salmonella dans le lait et les produits laitiers.
- Boutonnier J. L 2000:** Fabrication du fromage fondu. Techniques de l'ingénieur, F6310 : 1-14.
- Boutonnier J.L., 2000 :** Fabrication du fromage fondu. Technique de l'ingénieur, F6310.
- Bubelova Z, Tremlova B,Bunkova L, Pospiech M, Vítova E & Bunka F 2014:** The effect of long-term storage on the quality of sterilized processed cheese. *Jo. Food. Sci. Technol.* DOI 10.1007/s13197-014- 1530- 4.
- Bunka F, Oldrich K, Alena A, Bunkova L, Kracmar S, 2009:** Effect of acid hydrolysis time on amino acid determination in caseinand processed cheeses with different fat content. *Journal of Food Composition and Analysis* 22 (2009) 224- 232.

- Bunka F, Tina J & Hrab J 2008:** The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese. *Eur Food Res Technol* (2008) 228: 223- 229. DOI 10.1007/s00217-008-0926-7.
- Bunková L. and Bunka F. 2015:** Microflora of processed cheese and the factors affecting it. *Crc Cr Rev Food Sci*, (Just- Accepted), 00-00. DOI: 10.1080/10408398.2015. 1060939.
- Caric M and Kalab M, 1993:** Processed cheese products. In: FOX P.F. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, vol. 2, Major Cheese Groups, 2nd Ed, Chapman & Hall, London, p. 467–505.
- Caric M, 2000:** Processed cheese. In, FRANCIS F.J., *Encyclopedia of Food Science and Technology*, 2nd ed, ed., John Wiley and Sons, New York. p. 1973–1987.
- Carminati D., Giraffa, G., Quiberoni, A., Binetti, A., Suárez, V. and Reinheimer, J. 2010:** ‘Advances and Trends in Starter Cultures for Dairy Fermentations’, in *Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications*, pp. 177–192. doi: 10.1002/9780813820866.ch10. e’, p. 88.
- Carole I et Vignola I. 2002:** *Science et Technologie du lait*. 598p.
- Cavalier-Salou C., Cheftel J.C., 1991:** Emulsifying salts influence on characteristics of cheese analogs from calcium caseinate. *Journal of Food Science*, vol. 56, p. 1542–1551
- Chambre M. et Daurelles J. 1997:** Le fromage fondu. In: Eck A. et Gillis J. C. (Coordinateurs). *Le fromage*. Paris: Technique et documentation Lavoisier, 3rd Ed, pp. 69- 708.
- Coulon J.B, Delacroix- Buchet, A, Martin B, Pirisi A., 2005:** Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages. *INRA, Prod. Anim.*, 2005, 18 (1), 49- 62.
- D’Amico Dennis J., & Donnelly Catherine W (2017):** Growth and Survival of Microbial Pathogens in Cheese; Chapter 22. In: *Cheese: Chemistry, physics, and Microbiology. General aspects. 4th Edition Copyright © 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved. Pp : 573- 598.*
- Dantas Cavalcante., A.B. 1995:** Influence des facteurs de composition sur les propriétés texturales d'un fromage fondu de "Type Requeijao".
- De Buyser M. L. and Lapeyre C. 1994:** Mammites à *staphylocoques* et sécurité alimentaire. *Point Vét.*, 26 (n° spécial), Pp : 905- 908.
- Debry G., 2001.** Lait, nutrition et santé technique et documentation, Lavoisier Paris. Denameur R, 1965 : The hypothalamo neuro physico-system and the milk ejection reflex.
- Dimitreli G., Thomareis A.S. and Smith P.G. 2005:** Effect of emulsifying salts on casein peptization and apparent viscosity of processed cheese. *Int J Food Eng*, 1(4), p. 1-17
- Douali H et Boudboub M. 2008:** Contribution aux analyses physico-chimiques et microbiologiques du fromage fondu. Diplôme en contrôle de qualité et analyses des aliments .Université Abderrahmane Mira, Bejaïa ,43 page.
- Eck A et Gillis J.C, 1997 :** Le fromage. 2^{ème} Edition, 3^{ème} Edition. Lavoisier. Techniques et documentation.
- Eck A et Gillis J.C, 1997:** Le fromage. 3^{ème} édition. Lavoisier. Techniques et documentation, 891p.
- Eck, 1997 :** Le fromage: de la science à l’assurance qualité. 3^{ème} édition. Lavoisier. Techniques et documentation, Paris, pp 692-699.
- Eck, A and Gillis, J.C. 1998:** Le fromage. Ed. Tec. Et Doc., Lavoisier, Paris, France.

- Eck, A, Gillis J.C, 2006:** Le fromage. 3ème Edition Tec et Doc Lavoisier 2006.Pp : 891.
- Favier J.C., Luquet F. M. et Bonjean-Lincrowski Y. 1986:** Eléments de composition des fromages. Laites et produits laitiers : Vache, Brebis, Chèvre, 3.
- Feinberg M., Favier .j. et Jreland T.R., 1987 :** répertoire générale des aliments, table de composition des produits laitiers : vache, brebis, chèvre, Ed. Tec et Doc, Lavoisier, paris, T3, 442 p.
- Fox P.F., Guinne T.P., Cogan T.M., Mcsweeney P.L.H., 2000:** Fundamentals of cheese science. Maryland: Aspen Publishers Inc. p. 429–451.
- Fredot E, 2006:** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier : 25 (397 pages).
- Ghammas G. I., Saliba R., Carini G & Beal C. 2006:** Characterization of lactic acid bacteria isolated from fermented milk Laban. *Int. Journal Microbiology*, 110, Pp : 52-61.
- Guinne T.P., Caric M., Kalab M., 2004:** Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. In: FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H., COGAN T.M., GUINEE T.P. *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology. Major Cheese Groups vol. 2, 3rd ed.* Elsevier Applied Science Ltd, London, p. 349-394.
- Guiraud J- P., Rose, J- P. 2004:** Pratiques des normes en microbiologie alimentaire. *AFNOR*, 300, 8.
- Guiraud J.P. 1998:** Microbiologie alimentaire. 1° Edition., *Dunod*. Paris, France Pp : 136- 144, 390-391.
- Guiraud J.P. 2003:** Microbiologie Alimentaire. Edition :Dunod. Paris. France651p.
- Guiraud, J.P and Galzy, P. 1980:** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Editions *L'usine Nouvelle*. ISBN 978-2-7327-0000-7.
- Hait Jennifer B.S. 2012:** *Staphylococcus aureus* In: Food and Drug Administration. Bad Bug Book, Food borne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Second Edition. 2012. Editor (Keith A. Lampel, Sufian Al- Khaldi, Susan Mary Cahill). Pp: 87.
- Harek D, Samar A et Adel D, 2010:** La filière lait en Algérie : Un défi à relèver : Contribution à l'étude de la typologie des élevages bovins laitiers dans la wilaya de Blida, 2p.
- Henning D., Baer R., Hassan A., and Dave R. 2006:** Major advances in concentrated and dry milk products, cheese, and milk fat- based spreads. *Jo DairySci* 89 (4): 1179- 1188.
- Hermier J., Lenoir J.,Weber F., 1992:**Les groupes microbiens d'intérêt laitier.Edition CEPIL, Paris, 568 pages.
- Jacquinet ,2009:** Evaluation du dépistage des mammites par la conductivité électrique du lait, Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE 3-410, pp 27.
- Joffin C and Joffin J.N. 1999:** Microbiologie alimentaire. *Collection Biologie et Technique*. 5ème Edition. Pp : 11.
- Joffin C. and Joffin J.N 1993:** Microbiologie alimentaire. 3^{ème} Edition : Centre Régional de Documentation- 75 conrs Alsace- Lorraine 33075, France: 94- 97.
- Karahadian 1984:** Technological aspects of reduced- sodium process american cheese. Volum3, 2ème Edition, Pp: 32.
- Kautter D.A., Lilly T., Lynt R.K., Solomon H.M. 1979:** Toxin by Clostridium botulinum in shelf-stable pasteurized process cheese spreads. *Journal of Food Protein*, vol. 42, p.784–786

- Kiboua A, 1992** : Qualité du fromage fondu pasteurisé fabriqué à l'unité Boudouaou. Thèse d'ingénieur d'état en agronomie. Institut national agronomique, 90p.
- Kluytmans J., Van Belkum A., et Verbrugh H., 1997**: Nasal carriage of *Staphylococcus aureus* : epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks. *Clinical Microbiology Reviews*. 10(3): 505-520.
- Labioui H., Elmoualdi L., Benzakour A., El yachoui M., Berny E., Ouhsine M. 2009**: Etude physicochimique et microbiologique de lait crus. *Bull. Soc. Pharm.* Bordeaux, 148, Pp : 7-16.
- Lait C,Blanc B,1975**: Milk proteins biochemical and biological aspects, *World Rev Nutr Diet* 20, Pp :67-147.
- Lamontagne Michel Claud P., Champagne J., Retiz A., sylvan M., Naucy G., Maryse L., Julie J et Ismail F, 2002**: Microbiologie de lait. *Science et technologie de lait. Ecole poly technique de montéral.*
- Larpent J.P, Copin M.P, Germonville A, Jaquet M, Thétas J.L. and Fontaine M.B. 1997**: Microbiologie du lait et des produits laitiers, manipulation n : 56, *In: Microbiologie alimentaire, Techniques de laboratoire, Edition Tech et Doc Lavoisier. Paris*, Pp : 799- 780.
- Lazárková Z., Bu_ka F., Bu_ková L., Valášek P., Krá_mar S. &Hrab J. 2010**: Application of different sterilizing modes and the effect on processed cheese quality. *Czech Jor. Food Sci.* 28: 168-176.
- Le Loir, Y., Baron, F., et Gautier, M., 2003**: *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *Genetics and Molecular Research* : GMR, 2(1), 63-76.
- Lebres A.D et Hamza A, 2002**: cours nationale d'hygiène et de microbiologie des aliments « Microbiologie des laits et produits laitiers », Institut Pasteur d'Algérie.
- Leclerc et Mossel, 1989**: Microbiologie : le tube digestif, l'eau et les aliments - le tube digestif, l'eau et les aliments.
- Lee B.O., Paquet D., Alais C. 1986** : Etude biochimique de la fonte des fromages. Effet du type de sels de fonte et de la nature de la matière protéique sur la peptisation. Utilisation d'un système modèle. *Le Lait*, vol. 66, n. 3, p. 257-267.
- Lee B.O., Paquet D., Alais, C.1979** : Etude biochimique de la fonte des fromages. Mesure de la peptisation. Université de Nancy, France, p.589-596.
- Légrand P, 2008** : Intérêt nutritionnel des principaux acides gras des lipides du lait. *Cholédoc*, P. 105.
- Leroy F and De Vuyst L, 2004**: 'Functional lactic acid bacteria starter cultures for the food fermentation industry', *Trends in Food Science*, 15, pp. 67–78. doi: 10.1016/j.tifs.2003.09.004.
- Luquet FM. 1985** : Laits et produits laitiers vache brebis chèvre. 2ème Edition : Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 633p.
- Marchesseau S., Gastaladi E., Lagaude A., CUQ J.L. 1997** : Influence of pH on protein interaction and microstructure of process cheese. *Journal of Dairy Science*, vol. 80, n. 8, p. 1483-1489
- Marshal N, Bourdon J. L. and Richard C. L. 1987**: Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. 3^{ème}Ed. *Doin*, Pp: 200- 210.

- Mathieu J, 1998:** Initiation à la physico-chimie du lait. Guides technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- Mäyrä-Mäkien M, and Bigret, M, 2004:** 'Industrial use and production of lactic acid.
- Meribai A, Chibane N and A. Bensoltane 2017:** Physicochemical characterization and microbiological quality assessment of 'klila': a traditional dried hard cheese, made from small ruminant's milk (Goat and Ewe) collected in Bibans areas (highlands) North- East of Algeria. *International Journal of Applied and Natural Sciences (IJANS)* ISSN (p): 2319- 4014; ISSN (e): 2319- 4022. vol. 6, issue 3, Apr - May 2017. Pp: 15- 24.
- Meribai A, Ouarkoub M and A Bensoltane 2016:** Algerian dairy sector analysis: deficit aspects and perspectives *JNS Volume 35(7)*. www.jnsciences.org E-ISSN 2286- 5314. *Journal IN Agricultural, Biotechnology and Environmental Fields*.
- Meribai A, Ouarkoub M and A Bensoltane 2016:** Algerian dairy sector analysis: deficit aspects and perspectives *JNS Volume 35(7)*. Published November, 01, 2016. *Journal of new sciences. Agriculture and Biotechnology* www.jnsciences.org.
- Meyer A., 1973:** Processed Cheese Manufacture, Food Trade Press Ltd., London, 201 p
- Meyrand A., Boutrand- Loei S., Ray- Gueniot S., Mazuy C., Gaspard C.E. Perrin C G., Lapeyreand C. Vernozy- Rozand 1998:** Growth and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* during the manufacture and ripening of Camembert- typecheeses from raw goats' milk. *Journal of Applied Microbiology* 1998, 85, 537- 544.
- Moslah J, 1994:** La production laitières du dromadaire en Tunisie, actes du colloque: «dromadaires et chameaux, animaux laitiers», nouakchout, Mauritanie.
- Multon J L., Temple H., Viruega J L., 2013 :** traité pratique de droit alimentaire, Edition : *Elodie lecoquerre*, Pp: 864.
- Nakajima L., Kawanishi G., Furiuchi E. 1975:** Reactions of melting salts upon casein micelles and their effect on calcium, phosphorus and bound water. *Agric. Biol. Chem.*, vol. 39, p. 979- 987.
- NF V08-057-1, 2004:** « Méthode de routine pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive par comptage des colonies à 37°C – Partie 1 : technique avec confirmation des colonies janvier 2004.
- NF V08-060, 2009:** « Dénombrement des coliformes thermo tolérants par comptage des colonies obtenues à 44°C ». Cette norme est maintenue en l'absence de méthode de référence (nouvelle version publiée en avril 2009).
- Ngounou C., Ndjouenkeu R., Mbofung F et Noubi I., 2003:** Mise en évidence de la biodisponibilité de calcium et du magnésium au cours de la fermentation du lait par des bactéries lactiques isolée du lait caillé du zébu. *Journal of food Engineering*, 57, p: 301-307.
- O'Brien N M, O'Connor T P 2017:** Nutritional Aspects of Cheese *In: Cheese: Chemistry, physics, and Microbiology. General aspects*. 4th Edition Copyright © 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved. Chapter 24. Pp: 573- 598.
- Oliveira R.B.A., Margalho L.P., Nascimento J.S., Costa L.E.O., Portela J.R., Cruz A.G., and Sant'Ana A.S. 2016:** Processed cheese contamination by spore-forming bacteria: a review

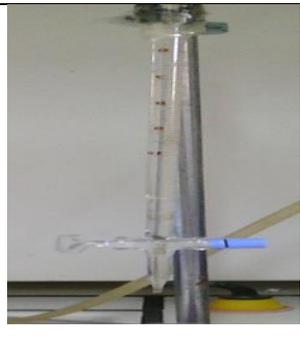
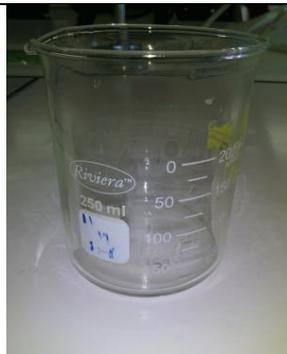
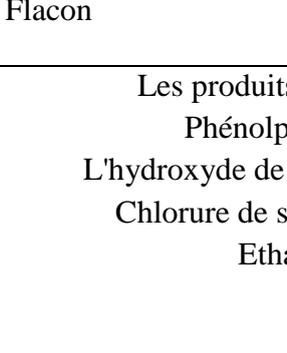
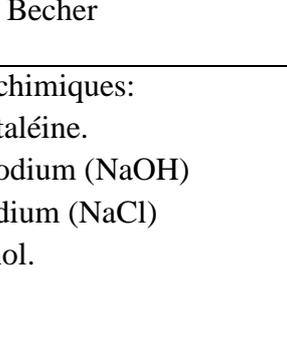
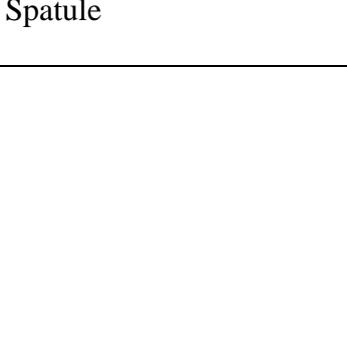
- of sources, routes, fate during processing and control. *Trends Food Sci Tech*, 57, 11-19.
Doi: 10.1016/J.Tifs.2016.09.008.
- Patart J.P, 1987** : Les fromages fondus. Le fromage. Edition Lavoisier, p. 385-398.
- Patrignani F, Lanciotti R, Mathara J, M., Guerzoni, M.E. and Holzapfel. W. H. 2006**: Potential of functional strains, isolated from traditional Maasai milk, as starters for the production of fermented milks, *Int. J. food Microbiol.* 107- 111.
- Pougheon S, 2001**: Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière, Thèse doctorat d'état, université Paul sebatier de toulouse, Franse.
- Poutrel B. 1992**: *Les staphylocoques et les streptocoques* de mammites. In : Les groupes microbiens d'intérêt laitier. *CEPIL*, Paris. Pp : 415- 453.
- Poutrel B. 2004**: Le diagnostic des mammites pour et par le vétérinaire praticien, intérêt et limites. Journées Nationales des G.T.V., Tours. Pp : 805- 810. *Presses Internationales Polytechnique*, Canada. pp. 3-75.
- Ramet J.P, 1993**: la technologie des fromages au lait du dromadaire, Etude FAO. *Productions et Santé Animales*.
- Richonnet, C, 2016** : Caractéristiques nutritionnelles des fromages fondus. Cahiers de nutrition et de diététique. 51(1): 48-56.
- Rodier J 2007**: L'analyse de l'eau, 7ème Edition, Ed Dunod. Pp: 107, p118.
- Rosengren Asa 2012**: Microbiological food safety of cheese produced in Swedish small- scale dairies. Characteristics, growth and enterotoxin production of *Staphylococcus ureus*. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences. Department of Microbiology. Uppsala. Licentiate Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 2012. Pp: 60.
- Roustel S, 2014** : Fromage fondu : physico-chimie du processus de fonte. *Techniques de l'ingénieur*, F6310: 2: 1-15.
- Roustel S. & Boutonnier J. L. 2015**: Fromage fondu : Technologie de fabrication et contrôle qualité. Ed *Techniques de l'ingénieur*, F6311: 1: 1- 19.
- Sadek Zeinab I, Refaat B. M, Abd el- shakour E.H, Nayra S.H Mehanna and Hassan M.S 2015**: Potential sources of aerobic and anaerobic spore former bacteria in processed cheese. RJPBCS 6 (1). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6, 1830-1837, ISSN: 0975-8585. Page No. 105- 769.
- Sweeney P.L.H., Ottogalli G. and Fox P.F., 2004** : Diversity of Cheese Varieties: An Overview. Pp. 1- 22. In *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. Volume 2 Major Cheese Groups. Third edition, Ed. P.F. FOX, P.L.H. MCSWEENEY, T M. COGAN and T.P. GUINEE. AMSTERDAM. 434p.
- Tatsumi K., Ohaba S., Nakajima L., Shinohara K., Kawanishi G. 1975** : The effect of emulsifying salts on the texture of processed cheese. III. The effect of emulsifying salts on the state of dispersion of casein. *Journal of Agriculture Chemistry Soc. I pn.*, vol. 49, p. 481-489.
- Varunsatian S., Watanabe K., Hayakawa S., Nakamura R. 1983**. Effects of Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ and Na⁺⁺ on heat aggregation of whey protein concentrates. *J Food Sci.* vol. 48, 42 p.
- Vignola C. 2002**: Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition.

- Vivegnis J, Dubois C, Nicolay L, Mairy F, Jacob C, Piraux E, El Lioui M, Decallonne J. 1998:** Qualité microbiologique des fromages artisanaux fabriqués au lait cru en région Wallonne *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 1998 2 (4), 248-255.<http://www.pressesagro.be/base/text/v2n4/248.pdf>.
- Walstra P. et Jenness R., 1984 :** Dairy Chemistry and Physics, John Wiley & Sons, New York.
- Weaver C.M., Proulx W.R., Heaney R. 1999:** Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am J ClinNutr* ; 70 (Suppl.), 543s-8s.
- Zaimeddine Z and Zerouali S 2015:** Suivi de la chaîne de fabrication et analyses physico-chimiques et microbiologiques du fromage fondu pasteurisé fabriqué en algérie au niveau de LFB. Mémoire de fin d'étude en génie biologie université de M'hamed Bougerra (UMBB), BoumerdesAlgerie, 60p.

Annexes

Annexe 01 : Appareillages et les produits chimiques

			
Balance précision	Four à moufle	conductimètre	pH-mètre
			
Réfrigérateur	La haute microbologique	Compteur de colonies	Bain marie
			
Etuve	Autoclave	distillateur	Plaque chauffante
			
Bec bensen	Micropipette	Agitateur vortex	portoir
			

Erlenmeyer	Tube à vis	Balance	Eprouvette graduée
			
Pipette pasteur	pissette	Entonnoir	Boite pétri
			
Burette graduée	Flacon	Becher	Spatule
			

Les produits chimiques:

Phénolphtaléine.

L'hydroxyde de sodium (NaOH)

Chlorure de sodium (NaCl)

Ethanol.

Annexe 02 : Composition des milieux de cultures

Milieu	Composition	Préparation
Milieu PCA	Hydrolysattrypsique de caséine...5g Extrait de levure.....2,5g Glucose.....1g Agar.....15g Eau distillée.....1000ml pH final.....7	-Mettre en suspension 20,5g dans 1 litre d'eau distillée. -Porter le milieu à ébullition sous agitation constante. -Répartir en flacons. -Autoclaver à 121°C pendant 15min.
Milieu sabouraud	D-glucose.....40g Agar.....12g pH final : 5,3+0,2	-Mettre en suspension 65g dans 1 litre d'eau distillée -Porter le milieu à ébullition sous agitation constante. -Répartir en flacons. Autoclaver à 121°C pendant 15min.
VRBG	Peptone7g Extrait de levure.....3g Glucose.....10g Chlorure de sodium.....5g Sels biliaire.....1,2g Rouge neutre.....0,03g Cristal violet.....0,002g Agar12g pH final7,2+0,2	-Verser 40,5g de poudre dans 1 litre d'eau distillée autoclaver - Porter le milieu lentement à ébullition sous agitation constante et l'y maintenir durant le temps nécessaire à sa dissolution complète. -Ne pas autoclaver. -Ne pas bien mélanger.
Gélose chapman	Extrait de viande.....3g Extrait de levure.....3g Tryptone.....5g Peptone bactériologique.....10g Chlorure de sodium.....70g Mannitol.....10g Rouge de phénol.....0,05g Agar.....18g	-dissoudre 111g de poudre dans 1 litre d'eau distillée -Porter à ébullition sous agitation constante pour obtenir une dissolution complète. - Autoclaver à 121°C pendant 15min ; pH 7,4+/-0,1.
Giolitti Cantoni	Tryptone.....10g Extrait de viande.....5g Extrait de levure.....5g Chlorure de lithium.....5g Mannitol.....20g Chlorure de sodium.....5g Glycine.....1,2g Pyruvate de sodium.....3g Eau distillée.....1000ml	-Dissoudre 54,2g de poudre dans 1 litre d'eau distillée -Répartir à raison de 15ml dans des tubes à vis. -Autoclaver à 121°C.
Bouillon sélinité	Digestion pancréatiques de caséine5g Phosphate de sodium.....100g Lactose.....4g Sélinite de Sodum4g	-Mélanger les produits dans 11 d'eau distillé. -Autoclaver à 121°C.

Gélose Hektoën	Protéose peptone12g Extrait de levure.....3g Chlorure de sodium.....5g Thiosulfate de sodium.....5g Sels biliaire.....9g Citrate de fer III et d'ammonium..1.5g Salicine.....2g Lactose.....12g Saccharose.....12g Fuschine acide.....0.1g Bleu de bromothymol.....0.065g Agar.....14g	-Dissoudre 75 g par litre d'eau distillée. -Porter à ébullition sous agitation constante pour obtenir une dissolution complète. -Milieu déshydraté : 2-30°C. -Milieu préparé en boîtes : 8 jours à 2-8°C
Viande foie	Bouillon vf.....100ml. Glucose.....2g. Sulfate de sodium.....7g. Citrate de sodium.....0,4g. Alun de fer d'ammonium.....2g. Gélose8g. Eau distillé.....1000ml. pH=7,4.	-41g de poudre dans 1l d'eau distillé. -Porter à ébullition sous agitation constante pour obtenir une dissolution complète. -Verser dans des flacons. -Autoclaver à 115°C pendant 20min.
Bouillon Rothe	-Peptone de caséine.....20g -Extrait de viande1,5g -Glucose04g -Chlorure de sodium04g -Phosphate dipotassique2,7g -Phosphate monopotassique2,7g -Azide de sodium.....0,2g	-Dissoudre 35,6g de poudre dans 1 litre d'eau distillée -Répartir à raison de 15ml dans des tubes à vis. -Autoclaver à 121°C.
Bouillon Eva Litsky	-Peptone20g -Glucose5g -Chlorure de sodium5g -Phosphate dipotassique2,7g -Phosphate monotassique2,7g -Azide de sodium0,4g -Ethyl-violet0,0008g	-Dissoudre 36 g de poudre dans 1 litre d'eau distillée -Répartir à raison de 15ml dans des tubes à vis. -Autoclaver à 121°C.
Eau peptonée tamponnée	Extrait de viande.....10g. Peptone20g. NaCl.....6g. KH ₂ PO ₄1.5g. Na ₂ HPO ₄9g. Eau distillée.....1l. pH : 6.9	-15g de poudre dans 1 litre d'eau distillée autoclaver. -agiter jusqu'à dissolution complète.

Eau physiologique :

- Dissoudre 9 g de Chlorure de sodium (NaCl) dans un litre d'eau distillé.
- Autoclaver 15 min à 121°C ;pH=7.

Annexe 03 : les critères microbiologiques de fromage à pâte molle

D'après Arrêté interministériel du 24 Janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

JORA n 35/ 1998.p : 7- 25.**Tableau 01** : Spécification microbiologique fromage à pâte molle

fromage à pâte molle	n	c	m
coliformes	5	2	10 ²
coliformes fécaux	5	2	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	1	10 ²
<i>clostridium sulfito-réducteurs</i>	5	2	1
<i>Salmonella</i>	5	0	absence
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	absence

n: représente le nombre d'unité d'échantillonnage qui est généralement prélevé au hasard dans un lot. «**n**» représente la taille de l'échantillon. Selon le cas, «**n**» peut être égale à 1, 2,3,4,5, etc. le «**n**» peut varier en fonction du risque, du nombre d'unité disponible, et aussi de la grosseur des lots selon le plan d'échantillonnage utilise. Dans les tableaux **n=5** sera retenu à titre d'application générale, mais ne représente pas la règle à suivre dans tous les cas, particulièrement pour la recherche des microorganismes pathogènes.

c: représente le nombre maximal permis d'unité d'échantillonnage de qualité médiocre. Si le nombre d'unité de qualité médiocre est supérieur à «**c**», le lot d'où provient l'échantillon devrait être rejeté

m: représente des concentrations acceptables des microorganismes, habituellement par g ou ml.

Annexe 04 : préparation des milieux déshydratés

- Peser la quantité appropriée de milieu en prenant soin de mettre en place les équipements de protection individuelle(EPI) indiqués sur les fiches de donnée de sécurité.
- Ajouter progressivement le volume d'eau nécessaire à la reconstitution indiqué sur l'étiquette et la fiche technique.
- Agiter lentement et régulièrement pour solubiliser les composants.
- Répartir la gélose de façon homogène.
- Porter à ébullition sans les surchauffer les milieux contenant de l'agar avant de répartir en tubes ou en flacons. La dissolution complète de la gélose est obtenue lorsque la solution visqueuse ne contient plus aucune particule d'agar s'accrochant à la paroi de récipient.



A : Peser le milieu.



B : Ebullition de milieu.

Pour les milieux liquides, on obtient des solutions limpides sans avoir besoin de chauffer avant d'autoclave. Sauf dans le cas de certain bouillon se référer à la fiche technique et à l'étiquette).

- Répartir le volume de milieu requis en flacons ou en tubes selon l'utilisation.

Fusion des milieux prêts à liquéfier (en flacons et en tubes)

- ✓ Faire fondre le milieu en le plaçant dans un bain-marie à 50 °C avant de monter en température à 95 °C.
- ✓ Retirer le milieu dès lors qu'il est fondu afin d'éviter de le surchauffer. Refroidir le milieu en surfusion dans un bain d'eau thermostaté à une température comprise entre 44 °C et 47 °C.
- ✓ **Préparation et addition des suppléments**
- ✓ Certains milieux doivent être complétés par l'ajout de supplément sélectif ou de supplément d'enrichissement. Ces suppléments peuvent être sous forme lyophilisée ou sous forme prête à l'emploi en format liquide ou en comprimé.
- ✓ Agiter le flacon plusieurs fois de façon à assurer une complète dissolution, tout en évitant la formation de mousse.

- ✓ Ajouter les suppléments dans un milieu ramené à une température comprise entre 44 °C et 47 °C (sauf indication contraire du fabricant). Homogénéiser l'ensemble par retournements successifs du récipient.



Les suppléments.

Stérilisation

Les flacons et les tubes ainsi préparés sont stérilisé pendant une durée et à une température spécifique à chaque milieu de culture.

Les particularités propres à chaque milieu sont notifiées dans la fiche technique sur l'étiquette.



Stérilisation des produits (photo original).

Annexe 05 : préparation de la solution mère et des dilutions

Mode opératoire

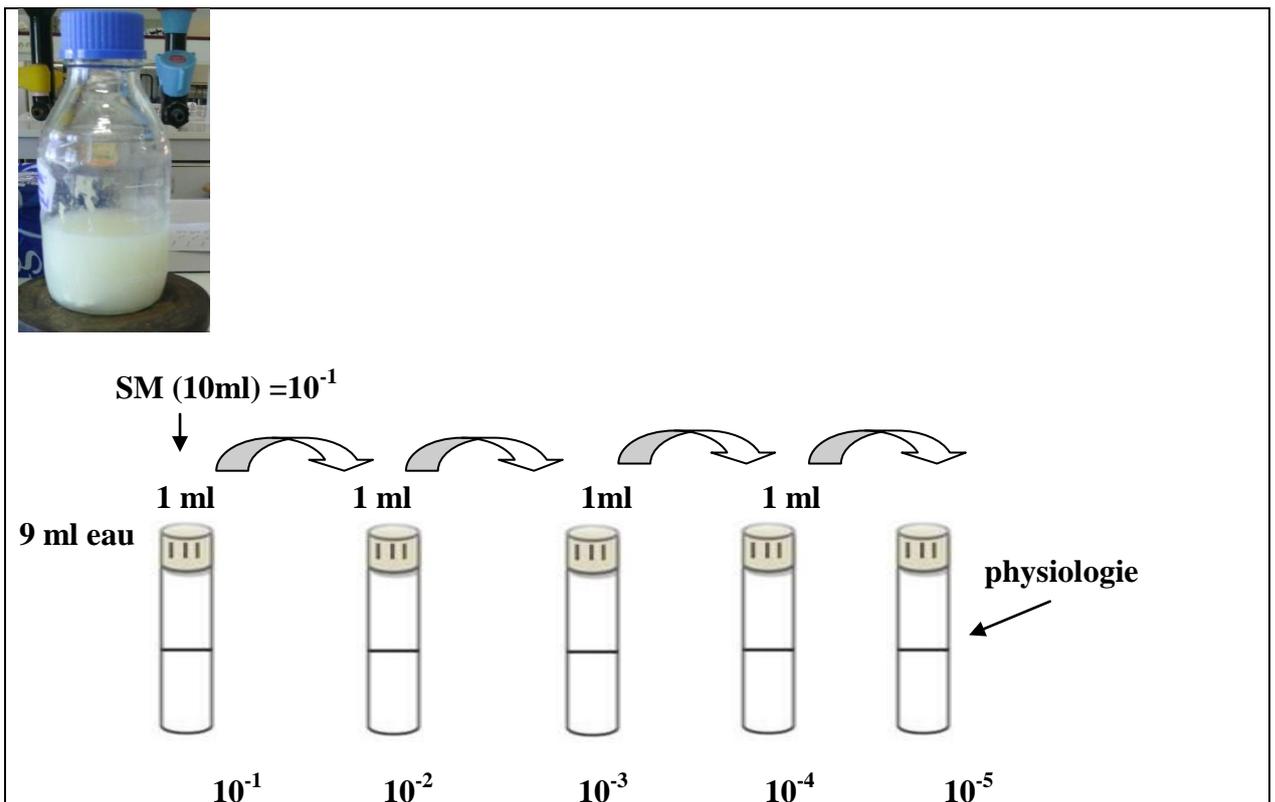
- ✓ On prélève stérilement 25g de fromage fondu, puis ajouter 225ml de l'eau physiologique.
- ✓ Le b cher est agit  par des mouvements de rotations au moyen d'un agitateur magnétique. On obtient alors une dilution au 1/10 ou 10^{-1} .



Figure: Prélèvement de l'échantillon.

Figure: Homog nisation de l'échantillon.

Avec une micropipette de 1ml on prélève 1ml de cette dilution que l'on introduit dans nouveau tube de diluant de 9ml d'eau physiologique : on obtient une dilution au 1/100 ou 10^{-2} et ainsi de suite jusqu'au niveau recherché $10/100000$ ou 10^{-5} .



Schéma de préparation des dilutions.

Annexe 06 : dénombrement des FTAM

Mode opératoire

- Une prise de 1ml des dilutions dans des boites de pétri vide.
- Ajouter 20ml de la gélose PCA.
- Mélanger l'inoculum en forme de « 8 » et laisser solidifier.
- Après solidification, rajouter une deuxième couche de la même gélose environ 5ml.

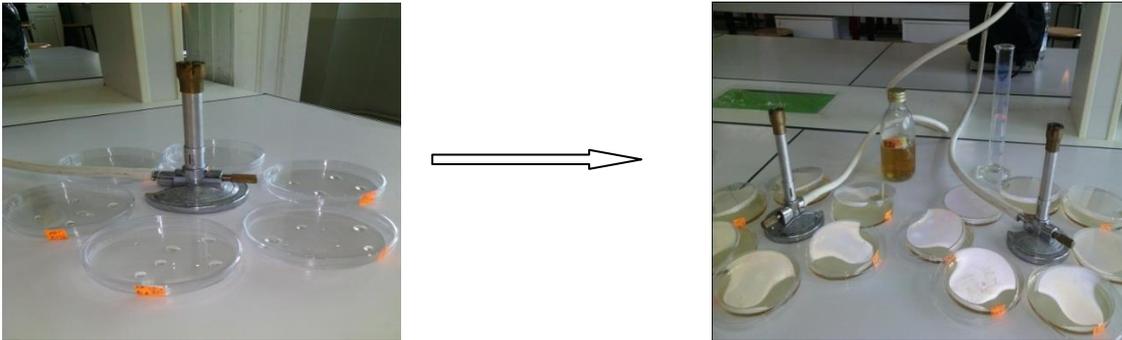


Figure: Ensemencement en masse de la gélose PCA. Figure: Solidification de la gélose PCA.

Incubation

Les boites sont incubées à la température 30°C pendant 72h.

Lecture

Les colonies des FTAM se présentent sous forme lenticulaire en tenant compte des facteurs suivants.

Dénombrement

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

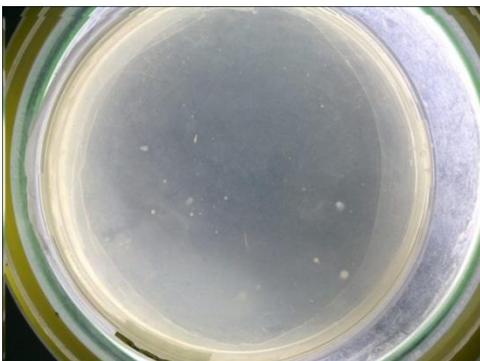


Figure: Dénombrement de FTAM.

Annexe 07 : dénombrement des levures et moisissures

Mode opératoire

Le dénombrement des levures et moisissures a été réalisé sur la gélose Sabouraud. L'ensemencement se fait en surface.

- Prélever environ 15 à 20 ml de sabouraud et couler dans des boîtes de pétri vides.
- Après solidification, ces boîtes sont ensemencées avec 0,1 ml des dilutions en surface.

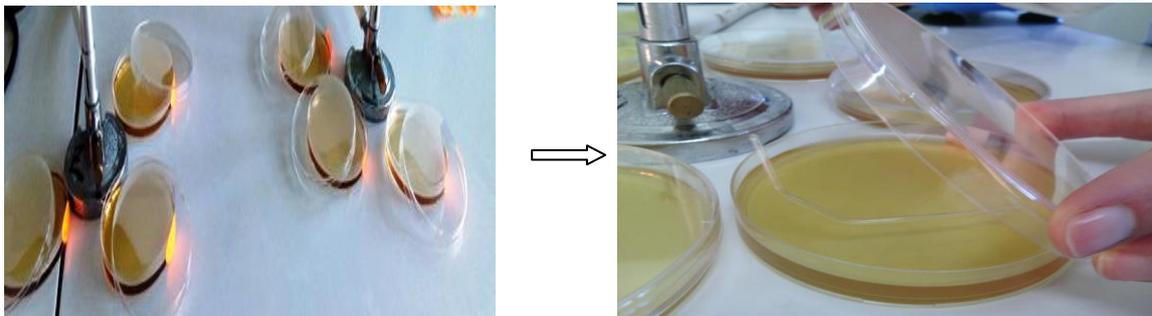


Figure: Solidification de gélose sabouraud.

Figure: Ensemencement en surface de la gélose Sabouraud.

Incubation

Les boîtes sont incubées à la température 25 à 30°C pendant 5 jours.

Lecture

La lecture permet d'apprécier deux types de colonies :

Les levures dont l'aspect rappelle celui des colonies bactériennes. Elles sont rondes à contours réguliers, opaques, plates en surface et lenticulaires en profondeur, les moisissures souvent pigmenté, d'aspect velouté, plus ou moins proéminents.

Dénombrement

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.



Figure: Dénombrement des levures et moisissures.

Annexe 08 : Dénombrements des coliformes

Mode opératoire

- ✓ Une prise de 1ml des dilutions 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5} coulée dans des boites de pétri vide.
- ✓ Ajouter environ 15ml de milieu VRBG. Laisser solidifier sur la paillasse.

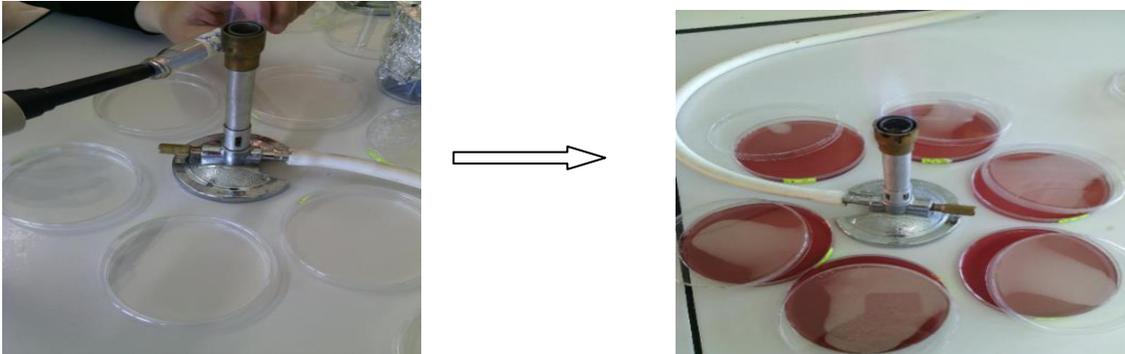


Figure: Ensemencement en masse de la gélose VRBG .Figure: Solidification de la gélose.

Incubation

- ✓ Série1: à 37°C pendant 24ou alors 48h pour les coliformes totaux.
- ✓ Série 2 : à 44°C pendant 24 ou 48h pour les coliforme fécaux.

Lecture

Les premières lectures se feront au bout de 24h et consistent à repérer les petites colonies rouges ayant poussé en masse.

Dénombrement

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur le boites en tenant compte les facteurs de dilutions, de plus :

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.
- Il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux.



Figure: Dénombrement des coliformes.

Annexe 09 : dénombrement des *staphylococcus aureus*

Mode opératoire

Préparation du milieu d'enrichissement

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolitti Cantonii et ajouter 15ml d'une solution de tellurite de potassium.
Mélanger soigneusement. Le milieu est alors prêt à l'emploi.

Ensemencement

- A partir des dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) retenues, porter aseptiquement 1ml par dilution dans un tube à vis stérile.
- Ajouter environ 15ml du milieu d'enrichissement.
- Mélanger bien le milieu et l'inoculum.

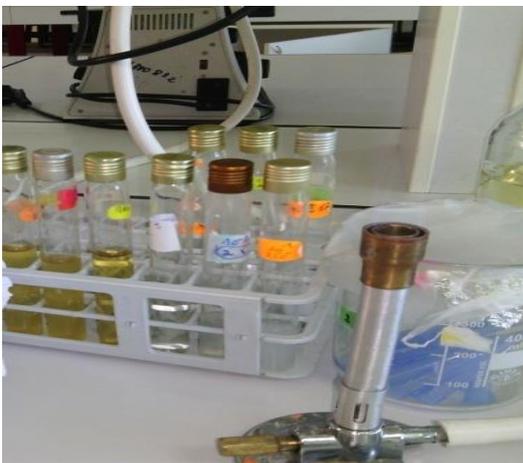


Figure: Ensemencement dans le milieu G.C.

Incubation

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

Lecture

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

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

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48h.

Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisse, brillante, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

Annexe 10 : Dénombrement des spores de clostridium-sulfite réducteur

Préparation du milieu :

Au moment de l'emploi faire fondre un flacon la gélose viande foie, la refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de Sulfite de Sodium.

Mélanger soigneusement et aseptiquement, le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Ensemencement :

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

- ✓ D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 min.
- ✓ Puis un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet.
- ✓ Porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stérile, puis ajouter environ 15 ml de gélose VF prête à l'emploi.
- ✓ Laisser solidifier incline sur pailleuse pendant 30min et incubé à 37°C pendant 16,24 ou au plutard 48h.



Figure: L'ensemencement de la gélose (VF).



Figure: Alun de Fer et Sulfite de Sodium.



Figure: Solidification



Figure: Dénombrement des spores de clostridium-sulfite réducteur

Annexe 11 : Dénombrement de *salmonellas*

Mode opératoire

Jour 1 : pré enrichissement

- ✓ Prélever 25 g de l'échantillon dans un flacon stérile contenant 225 ml d'eau peptonéetamponnée.
- ✓ Bien homogénéiser puis incubé à 37°C pendant 24 h.

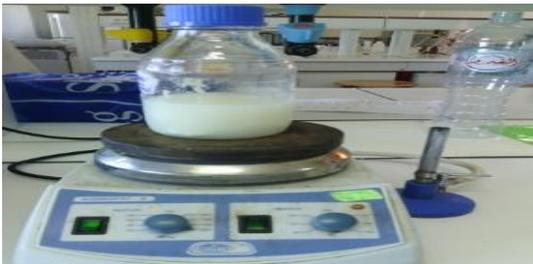


Figure: Pré enrichissement.

Jour 2 : enrichissement

L'enrichissement doit s'effectuer sur le milieu bouillon Sélénite de façon suivante :

- ✓ 10 ml en double pour les flacons contenant 100 ml de bouillon Sélénite.



Figure: Enrichissement.

Incubation

- ✓ Le premier flacon sera incubé à 37°C pendant 24h.
- ✓ Le deuxième flacon sera incubé à 42°C pendant 24h.

Jour 3 : Isolement

- ✓ 1 ml de chaque flacon sera ensemencé sur le gélose Hektoen.
- ✓ Les boîtes ensemencées seront incubées à 37°C pendant 24h.

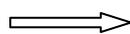


Figure : ensemencement en surface sur la gélose Hektoen. FigureB : Dénombrement de *Salmonella sp.*

Annexes 12 : Détermination de pH

Mode opératoire

Il s'agit de potentiométrie avec un pH-mètre.

- ✓ Etalonner le pH-mètre à l'aide des solutions tampon à pH 7 +ou – 0,1.
- ✓ Régler la température de l'appareil à 20°C.
- ✓ Introduire l'électrode dans la pâte de fromage.
- ✓ Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.

Lecture



Figure: pH mètre durant l'analyse de l'échantillon.

La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran du pH-mètre.

Annexe 13 : Détermination de l'acidité titrable (°D)

Mode opératoire

Préparation de la solution de NaOH 0.1mol V=0,1 l

$$C=n/v=m/m.v \longleftrightarrow m=C.M.V=0,1\text{mol}\times 0,1\text{l}\times 40\text{g/l}$$

$$=0,4\text{g}$$

0,4gde NaOH dans 100ml d'eau distille.

Préparation de la solution de phénol phtaléine 10% V=10ml.

10g \longrightarrow 100ml H₂O.

Xg \longrightarrow 10ml H₂O \longleftrightarrow $m=10\times 10/100=1\text{g}$.

1g de phénol phtaléine dans 100ml d'éthanol.

- ✓ Dans un bécher introduit 5g de fromage fondu et ajouter 30ml d'eau distille.
- ✓ Bien homogénéiser l'échantillon.
- ✓ Prélever 10ml de l'échantillon préparé précédemment dans un erlenmeyer et ajouter quelques gouttes de phénol phtaléine.
- ✓ Titre par la solution de soude le contenu de l'erlenmeyer avec une agitation jusqu'à virage rose pale
- ✓ lire le volume de NaOH sur la burette.



Figure: Pèse de l'échantillon.



Figure: l'addition de l'eau.



Figure: l'homogénéisation de l'échantillon.



Figure: L'échantillon avant le titrage.

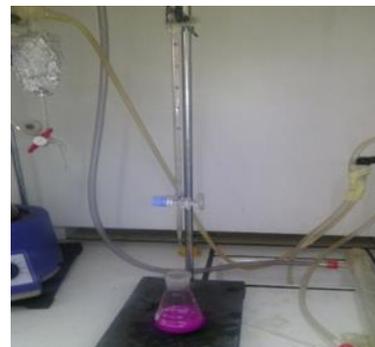


Figure: L'échantillon après le titrage.

Expression des résultats

Après le titrage

On a la relation suivante $C_1.V_1=C_2.V_2$.

C_1 : concentration de l'acide lactique.

V_1 : volume la solution 10ml.

C_2 : concentration de NaOH 0.1mol/l.

V_2 : volume de NaOH ajouter par exemple $V_2=2$ ml.

$$C_1=C_2V_2/V_1 =0,1 \times 2/10=0.02\text{mol/l}$$

$$C=n/v=m/M \times v \longleftrightarrow m=C.M.V=0.02 \times 1 \times 88\text{g/mol.}$$

L'acide lactique =1.76g/l.

$$1^\circ\text{D} \longrightarrow 0,1\text{g/l.}$$

$$X \longrightarrow 1,76\text{g/l.}$$

$$X=1,76/0,1$$

$$x=17.6^\circ\text{D.}$$

Essaie n° 1 : 17,6°D.

Essaie n° 2 :17,62°D.

Essaie n° 3 :17,58°D

La moyenne : 17,6°D.

Annexe 14 : Détermination de la conductivité

Mode opératoire

Il s'agit de déterminer la conductivité de produit donnée, elle est mesuré par conductimètre.

- ✓ Régler la température de l'appareil à 20°C.
- ✓ Introduire l'électrode dans le bécher contenant la solution de l'échantillon.
- ✓ Attendre la stabilisation du conductimètre pour effectuer la lecture.

Lecture

La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran du conductimètre.



Figure: Mesure de la conductivité (photo original).

Annexe 15: Détermination de l'extrait sec total

Mode opératoire

- ✓ Peser le récipients vide et sèche, puis noter leur poids, ensuite taré le poids de récipients.
- ✓ Peser à nouveau 5g de fromage fondu dans le même récipients.
- ✓ Mettre l'échantillon dans le four a moufle à 103°C pendant 3 heures.
- ✓ Apres séchage peser le poids total (récipients + l'échantillon sec).



Figure: Placement de l'échantillon
dans le four a mofle

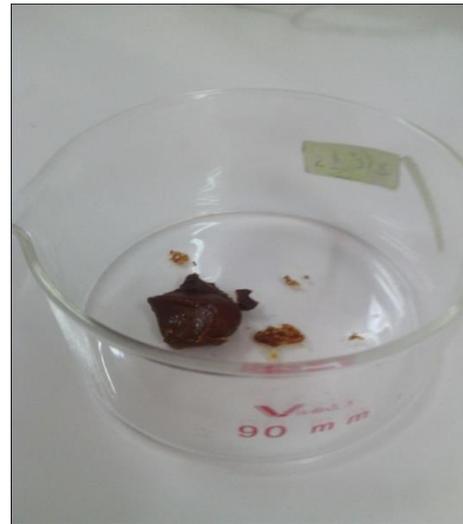


Figure: L'échantillon sèche

Le calcule de résultat :

$$\text{Hr}\% = \frac{m1 - m2}{m1 - m0}$$

m0 : masse de récipients vide.

m1 : masse de récipients avec l'échantillon.

m2 : masse de l'échantillon sèche.

Exemple :

$$\text{Application numérique : Hr \%} = \frac{78,41 - 76,1}{78,41 - 73,41} \cdot 100$$

$$\text{Hr \%} = 46,2.$$

$$\text{EST \%} = 100\% - \text{Hr \%}.$$

$$\text{EST \%} = 100\% - 46,2.$$

$$\text{EST \%} = 53,8\%.$$

Résumé :

L'objectif de l'étude est l'évaluation des qualités microbiologiques, physicochimiques d'un fromage fondu, fabriquer et commercialiser dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj- Nord- Est d'Algérie. Quarante-deux échantillons, collectés durant le mois d'Avril 2018, la moitié (21 échantillons) était conservée à température 04°C, le reste stocké à 25°C, pendant trois semaines. Des analyses, des échantillons, après ouverture d'emballage et exposition du leur contenu à l'air ambiant pendant deux heures, ont été effectués. Des tests physico-chimique, après conservation, à 4°C et 25°C ont donné les valeurs moyennes pH : (5,54- 5,62), Acidité titrable : (16,72D°- 18,18D°), Conductivité (4,41ms/cm- 4,53ms/cm), Extrait sec totale (53,66%- 55,6%), taux d'humidité relative (46,4%- 44,46%) respectivement. Résultats des tests réalisés, après l'ouverture directe d'emballage et son exposition à l'air ambiant pendant deux heures étaient respectivement : pH : (5,68- 5,57), Acidité titrable : (16,72 -20,24D°), Conductivité (4,48 ms/cm- 4,69 ms/cm), Extrait sec total (57,8%- 61%), taux d'humidité relative : (42,2%-39%). Dénombrement des flores microbienne sa révéla une stabilité et conformité du produit aux normes nationales, pendant la première et la deuxième semaine de conservation à 4°C et à 25°C. Idem pour les échantillons exposés à l'air ambiant. Une légère augmentation, de la flore totale mésophile, a été enregistrée pour les deux températures (04 °C et 25 °C) durant la troisième semaine de conservation, estimée en UFC/g, a : (1,9×10⁴), (2×10⁴) respectivement. Les résultats méritent d'être approfondie par un plan d'échantillonnage plus représentatif et par plus test physico-chimiques et bactériologiques.

Mots clés: Fromage fondu, Stabilité, Conservation, Test physico-chimique, Analyse microbiologique, Température.

Abstract

Processed cheese has always been a rich source for human nutrition. Stability of products, during storage and / or marketing is controversial subject. Study aimed to assess microbiological and physicochemical qualities of a processed soft cheese, manufacture and market in Bordj Bou Arreridj district – North-Eastern of Algeria. Forty-two samples, collected during spring season (April 2018). Half of the samples were stored at 04°C, the rest stored at 25°C for three weeks. In addition analyzes of samples after direct opening of their packaging and exposure of their contents to air, for two hours, were carried out. Physicochemical tests, after storage, at 04 °C and 25 °C, gave the average values: pH (5.54-5.62), titratable acidity: (16.72°D-18.18°D), conductivity (4.41ms /cm- 4.53ms/cm), dry extract (53.66% - 55.6%), relative humidity (46.4% - 44.46%) respectively. Results of the tests performed after direct opening of the package and exposure to ambient air for two hours were respectively: pH: (5.68 - 5.57), titratable acidity: (16.72°D - 20,24°D), conductivity (4.48 ms / cm - 4.69 ms / cm), total dry extract (57.8% - 61%), relative humidity: (42.2% - 39%). Microbial flora counts, after cheese storage at 04°C and 25°C, during the first and second week, showed stability of the product and it's concordance with national standards, A slight increase in mesophilic flora count was recorded for both storage temperatures (04 °C and 25 °C) during the third week was estimated in CFU/g, at: (01.9× 10⁴), (02×10⁴) respectively. Study must be completed by more representative sampling and more physicochemical and bacteriological tests.

Key words: Processed cheese, Storage, Temperature, Microbiological Analysis, Physicochemical tests.

ملخص:

تهدف هذه الدراسة الى تقييم النوعية الميكروبيولوجية والفيزيوكيميائية للجبن الذائب، المصنع والمسوق على مستوى ولاية برج بوعريبيج، الجزائر. تم جمع اثنين وأربعين عينة مصنعة في شهر أفريل 2018، تم حفظ نصف الكمية في درجة حرارة 04°م والنصف الآخر في 25°م لمدة ثلاثة أسابيع متتالية، بالإضافة إلى إجراء تحاليل لعينات محفوظة في درجة حرارة 04°م بعد فتح الغلاف مباشرة و بعد تعرضها للهواء مدة ساعتين. تراوح متوسط نتائج الاختبار الفيزيوكيميائي بعد الحفظ في درجتي الحرارة (04°م- 25°م) درجة pH (5,54- 5,62) درجة الحموضة (16,72D-18,18D) الناقلية (4,4 ms/cm - 4,53ms/cm) المستخلص الجاف الكلي (% 53,6- 55,6) ، نسبة الرطوبة (46,4%- 44,46%). أما تحاليل عينات فتح الغلاف مباشرة و بعد ساعتين من تعرضها للهواء اعطيت النتائج كالتالي: درجة pH (5,57- 5,68) ، درجة الحموضة (16,72D- 20,24 °D)، الناقلية (4,48 ms/cm - 4,69 ms/cm)، المستخلص الجاف الكلي (% 57,8- 61) نسبة الرطوبة (42,2%- 39%). و بين تقدير الميكروبات على اوساط الزرع المناسبة استقرار العينات في شروط الحفظ (04°م- 25°م) خلال اسبوعين الاول والثاني بالإضافة الى العينات المعرضة للهواء. بالنسبة للأسبوع الثالث سجل تطور طفيف في ميكروبات التلف الهوائية (FTAM) في درجة حرارة 04°م و 2.10² UFC/g، و 1,9.10⁴ UFC/g في درجة حرارة 25°م.

الكلمات المفتاحية: الجبن الذائب، استقرار، الحفظ، اختبار فيزيوكيميائي، تحليل ميكروبيولوجي، درجة الحرارة.