



Réf :/UAMOB/FSNVST/DEPT.BIO/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Microbiologie appliquée

Présenté par :

BOUDJENAH Rania & LARBI Ahlem

Thème

*Maximisation d'une formulation fromagère enrichi avec les
graines de pin d'Alep*

Soutenu le : 15 / 09 /2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

M. LAKBEL Farouk

MAA

Univ. de Bouira

Président

M. REMINI Hocine

MCA

Univ. de Bouira

Promoteur

Mme. MEDBOUA Chafia

MCB

Univ. de Bouira

Examineur

Mme. SAHRAOUI Yasmine

MCB

Univ. de Boumerdèse

Co-promotrice

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements



Tout d'abord nous tenons à remercier **Allah** le tout puissant qui nous a fait ouvrir les portes du savoir, qui nous a donné le courage, la patience et la volonté pour poursuivre nos études et effectuer ce travail jusqu'à la fin, **DIEU MERCI**

Nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur **Hocine REMINI**

Nous tenons à lui exprimer nos gratitude et nos sincères remerciements pour nous avoir donné la chance de travailler avec lui sur un sujet aussi passionnant, pour avoir accepté de nous guider, ses conseils et orientations ainsi que pour la confiance qu'il nous a donnée tout au long de la réalisation de ce modeste travail. Et à notre Co-promoteur Monsieur **Toufik BOUHAFS et Madjide**, Responsable de laboratoire d'analyse et de contrôle pour leur gentillesse, aide et patience, ainsi leurs précieux conseils.

Nous adressons nos remerciements à Monsieur **Ahmed AMRANE** pour son aide, gentillesse et conseils.

Nous adressons nos sincères remerciements et nos profondes gratitude également à Mlle. **Mahdia**, ingénieur en microbiologie appliquée et Mlle **Ines BENMESSAOUD**, ingénieur en agronomie, de nous avoir accueilli dans son unité et l'aide qu'elle nous a accordé malgré son temps difficile, merci à vous, et toutes l'équipe de laboratoire de FALAIT .

Nous remercions par ailleurs vivement les membres de jurys de nous avoir fait l'honneur de jurer ce modeste travail de fin d'étude et d'assister à la soutenance.

Nos sincères remerciements s'adresse à :

- Monsieur LAKBEL Farouk pour avoir fais l'honneur de présider notre jury.
- Madame, MEDBOUA Chafia pour avoir accepté d'examiner notre travail et d'avoir consacré du temps à l'analyse et l'évaluation de cette étude.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés ou qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicaces



الحمد لله

C'est grâce à Dieu tout puissant, qui m'a donné la force et la volonté que j'ai pu achever ce modeste travail et je tiens à le dédier particulièrement.

Aux êtres les plus chers à mon cœur, «**Mes parents**», qui ont œuvré pour ma réussite, pour toute leur assistance et pour toute leur présence pour m'aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles, et le soutien permanent venu de vous, merci pour les encouragements, prières et les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux qui m'ont toujours entouré et motivé à sans cesse devenir meilleur. Quoi que je fasse je ne pourrais jamais vous récompenser. Que dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie

A mon très cher frère «**Abderrazk**»

A la princesse de notre maison ma sœur, «**Soumia**».

A mes grands-mères, mes oncles et tantes et toute la famille **Boudjenah**

a mon amie d'enfance, Au meilleur binôme «**LARBI Ahlem**», depuis nos études, nous avons tout partagé ensemble. j'ai l'honneur que le bout du chemin soit avec vous

A mes meilleurs amies : «**Bouchra**» «**Khadidja**» «**Maissa**» «**Chaima**», «**Amina**» «**Asma**» «**Feriel**» et «**Ismahan**» et les autres Avec les quelles j'ai passé les plus beaux moments de ma vie.

A toute la promotion de Microbiologie Appliquée 2021/2022

a tous ceux qui me connaissent Que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma gratitude.

Rania



Dédicaces



J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers,

A mes chers parents

Aux deux êtres les plus chers au monde, sources de mes joies et secret de ma force, aucune dédicace ne pourrait exprimer mes profonds sentiments envers eux.

A mon père décédé, que Dieu lui fasse miséricorde. J'avais espéré qu'il soit avec moi en ce jour et qu'il soit heureux de ma réussite, mais la mort l'a pris tôt. Mais il reste mon premier soutien dans toutes mes démarches.

A ma chère maman, la prunelle de mes yeux et la joie de ma vie, la reine qui ne s'arrête pas à donner, son amour, son soutien, ses sacrifices, ses conseils et son encouragement pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A mes chers soeurs houda ,saoussan et bassma pour sa patience, son encouragement continu merci d'être l'exemple de persévérance et de courage.

A mes chères amies : malak , ilhem ,rima ,abir et mes collègue de travaille nabila ,nadia, ouissam, que dieu leur accorde le succès, la santé et le bonheur dans leur vie.

A mon collègue de travaille *RAMI Abid* C'était un grand soutien. Je le remercie de m'encourager et de m'aider à chaque étape. Dieu te bénisse, toi et ta famille

A monsieur *BOUDJEMAA* le responsable de laboratoire de SNV Je le remercie de m'avoir aidé, il a été le frère et m'a aidé du premier pas au dernier

A Dr. SALHI Omar merci beaucoup pour votre aide et votre attention, Dieu te bénisse, toi et ta famille

Et à ma chère amie, sœur et binôme *BOUDJENAH Rania*

Ahlem



Sommaire

Remerciements	i
Dédicaces	ii
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	v
Liste des abréviations	vii
Table des matières	viii
Introduction	01

PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Le Pin d'Alep

I. Généralité sur le pin d'Alep	03
I.1. Description botaniques	03
I.1.1. L'écorce.	03
I.1.2. Rameaux.	03
I.1.3. Feuilles.	03
I.1.4. Les cônes.	03
I.1.5. Les graines.	03
I.2. Classification de pin d'Alep	04
I.3. L'air de Répartition géographique de pin d'Alep.	05
I.3.1. Dans Le monde	05
I.3.2. En Algérie	06
I.4. Composition chimique des graines de Pin d'Alep.	07
I.4.1. Composition en métabolites primaires	07
I.4.2. Composition en métabolites secondaires	09
I.5. Activité biologique	12
I.5.1. Activité antioxydant.	13
I.5.2. Activité anti-inflammatoire	13
I.5.3. Activité antimicrobiennes.	13

I.5.4. Activité anticancéreuse	13
I.5.5. Activité antifongique.	14
I.5.6. Activité antivirale	14
I.6.Utilisation culinaire.	14
 Chapitre II : Lait et dérivé litières	
II.1. Généralité sur le lait	15
II.1.1. Définition	15
II.1.2. Composition et valeur énergétique.	15
II.1.3. Caractéristiques Microbiologiques du lait	16
II.2. Généralité sur le fromage	18
II.2.1. Définition	18
II.2.2. Composition et valeur nutritionnelle des fromages.	18
II.2.3. Classification des fromages	19
II.2.4. Divers types des fromages	20
II.3. Fromage fondu	21
II.3.1. Historique et définition du fromage fondu	21
II.3.2. Compositions du fromage fondu	22
II.3.3. Valeur nutritionnelle du fromage fondu.	24
II.3.4. Classification du fromage fondu	24
II.3.4.1. Selon la teneur en matière grasse.	24
II.3.4.2. Selon la forme.	25
II.4. Contrôle de la qualité	26
II.4.1. Contrôle physico-chimique	26
II.4.2. Contrôle microbiologique.	26
II.4.3. Contrôle organoleptique.	27
II.5. Microflore du fromage fondu.	27
II.5.1. Flore naturelle	27
II.5.2. Flore d'altération	28

II.5.3. Flore de contamination.	28
II.6. Défauts de fabrications du fromage fondu	29
II.6.1. Défauts constaté au moment de la fonte	29
II.6.2. Défauts d'origine microbienne	30

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III : Matériel et méthode

III .1 Présentation de l'unité.	31
III.2 Objectif de l'étude.	32
III.3 Matériels.	33
III.3.1. Le matériel végétal	33
III.3.2. Matériel biologique.	33
III.3.3. Matériel non biologique	34
III.3.4. Milieu de culture	34
III.3.5. Produit chimique et réactif	34
III.4. Méthode.	35
III.4.1. Préparation de la matrice végétale	35
III.4.2. Analyses microbiologique de la matrice végétale.	35
III.4.2.1. Recherche et dénombrement des germes	35
III.4.2.1.1. Recherche des Entérocoques.	35
III.4.2.1.2. Recherche de <i>Staphylococcus</i> à coagulase (+).	36
III.4.2.1.3. Recherche des <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	37
III.4.2.1.4. Recherche des Spores Anaérobies Gazogènes	37
III.4.2.1.5. Recherche de la Flore Aérobie Mésophile Totale	38
III.4.2.1.6. Recherche des levures et moisissures	38
III.4.2.1.7. Recherche de <i>Escherichia coli</i> (<i>E.coli</i>)	39
III.4.2.1.8. Recherche de <i>Salmonelle</i>	40

III.4.3. Analyse physico-chimique de la matrice végétale	41
III.4.3.1. Détermination du pH.	41
III.4.3.2. Détermination de L'extrait Sec Total.	42
III.4.4. Technologie de fabrication du fromage fondu au niveau de la fromagerie FALAÏT.	42
III.4.4.1 Réception et stockage des matières premières solide et en poudre	42
III.4.4.2 Préparation de mélange	43
III.4.4.3. Traitements thermiques	44
III.4.4.4. Remplissage et conditionnement.	44
III.4.4.5. Refroidissement.	45
III.4.4.6. Etiquetage.	45
III.4.4.7. Stockage et commercialisation.	45
III.4.5. Essais d'incorporation des graines de pin d'Alep dans le fromage <i>Tartino</i> et <i>Cheezy</i>	47
III.4.5.1. Détermination de l'effet de l'incorporation de la poudre des graines de pin d'Alep.	48
III.4.5.1.1. Analyses microbiologiques des fromage <i>Tartino</i> et <i>Cheezy</i>	48
III.4.5.1.2. Les analyse physico-chimique de fromage <i>Tartino</i> et <i>Cheezy</i>	50
III.4.5.1.3. Teste de dégustation	52
Chapitre IV: Résultats et Discussion	
IV.1 Résultat de la matrice végétal.	53
IV.1.1 Résultats des analyses physico-chimiques.	53
IV.1.2 Résultats des analyses microbiologiques.	53
VI.2 Résultat de produit fini	55

VI.2.1. Résultat des analyses microbiologiques de fromage <i>Tartino</i> et <i>Cheezy</i>	55
VI.2.1.1. Contrôle de la stabilité microbiologique du produit fini au cours de la conservation a 37 °C	58
VI.2.2 Résultat des analyses physico-chimiques de fromage <i>Tartino</i> et <i>Cheezy</i>	60
IV.2.2.1 Suivi du pH	61
IV.2.2.2 Détermination de l'extrait sec total (EST)	62
IV.2.2.3 Détermination du taux de la matière grasse (MG)	63
VI.2.3 Résultats d'analyses sensorielles.	65
VI.2.3.1 La couleur	66
IV.2.3.2 L'odeur.	67
IV.2.3.3 Le goût.	68
IV.2.3.4 La texture.	69
IV.2.3.5 Arrière-goût.	70
IV.2.3.6. Les choix préférentiels des fromages.	72
Conclusion	74

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des tableaux

Tableau I. La classification du pin d'Alep selon la morphologie et la phylogénie	05
Tableau II. Superficies forestières du Pin d'Alep dans certains pays méditerranéens	05
Tableau III. Répartition de pin d'Alep en Algérie.	06
Tableau IV. Composition chimique moyenne des graines de pin d'Alep.	07
Tableau V. Les principales classes de composés phénoliques avec leurs propriétés biologiques	12
Tableau VI. Composition moyenne du lait entier.	15
Tableau VII. Flore originelle du lait.	16
Tableau VIII. Composition moyenne de quelques fromages.	19
Tableau IX. Classification des fromages.	20
Tableau X. Classification des fromages fondus.	25
Tableau XI. Principales levures et moisissures responsables d'altérations dans les fromages.	28
Tableau XII. Principales germes pathogènes rencontrés en fromagerie	28
Tableau XIII. Défauts au moment de la fonte	29
Tableau XIV. Les différents milieux de culture utilisés durant la partie expérimentale.	34
Tableau XV. Produits chimiques et réactifs utilisés.	35
Tableau XVI. Résultats physico-chimiques de la matrice végétale.	53
Tableau XVII. Résultats microbiologiques de la matrice végétale.	54
Tableau XVIII. Résultats d'analyses microbiologiques des six échantillons de fromage élaboré.	55
Tableau XIX. Étude de l'évolution bactériologique des produits finis lors de la conservation à 37°C.	58

Tableau XX. Résultats d'analyse physico-chimique des six échantillons de fromage élaboré. .	.60
Tableau XXI. Les résultats de test hédonique de fromage <i>Cheezy</i> et <i>Tartino</i> selon la couleur.	.66
Tableau XXII. Les résultats de test hédonique de fromage <i>Tartino</i> et <i>Cheezy</i> sur l'odeur. . . .	.67
Tableau XXIII. Les résultats de test hédonique de fromage <i>Tartino</i> et <i>Cheezy</i> sur le goût. . .	.68
Tableau XXIV. Les résultats de test hédonique de fromage <i>Cheezy</i> et <i>Tartino</i> sur la texture. .	.69
Tableau XXV. Les résultats de test hédonique de fromage <i>Tartino</i> et <i>Cheezy</i> sur l'arrière-goût.	71
Tableau XXVI. Les résultats des choix d'appréciation de test hédonique des échantillons . . .	.72

Liste des figure

Figure 01. Photographies originales de l'arbre de pin d'Alep (A), L'écore (B) , Rameau (C) , Les feuilles (D), Les cône (E), Les graines (F)	04
Figure 02. Structure de quelques vitamines de pin d'Alep	08
Figure 03. Groupements des composés phénoliques.	09
Figure 04. Structure de base des flavonoïdes.	10
Figure 05. Structure des tannins hydrolysables (A) et des tannins condensés (B).	11
Figure 06. Structure de l'unité isoprène.	11
Figure 07. Composition générale du fromage fondu.	24
Figure 08. Diagramme de la méthodologie de fabrication du fromage fondu enrichir avec des graines de pin d'Alep	33
Figure 09. Photo original des graines de pin d'Alep.	33
Figure 10. Détermination du pH de la matrice végétale	41
Figure 11. Organigramme de production du fromage fondu au niveau de l'unité FALAÏT.	47
Figure 12. Schéma de l'incorporation des graines de pin d'Alep.	47
Figure 13. Ensemble des photos originales de l'incorporation des graines de pin d'Alep dans les fromages <i>Cheezy</i> et <i>Tartino</i>	48
Figure 14. Détermination du l'extrait sec Total de produit fini.	50
Figure 15. Détermination du taux de la Matière Grasse de produit fini.	51
Figure 16. Résultat d'analyses microbiologiques de la matrice végétal.	54
Figure 17. Résultat d'analyse microbiologiques de produit fini	57
Figure 18. Résultat de conservation du produit fini à 37°C (A) odeur aigre + Changement de couleur (B) Suintement (C) Dégagement de Gaz	60

Figure 19. Représentation graphique des valeurs du pH mesurées des différents échantillons du fromage <i>Cheezy</i> et <i>Tartino</i>. . . . .	.61
Figure 20. Représentation graphique des valeurs de l'extrait sec total mesurées des différents échantillons du fromage <i>Cheezy</i> et <i>Tartino</i> . . . . .	.62
Figure 21. Représentation graphique des valeurs de matière grasse mesurées des différents échantillons du fromage <i>Cheezy</i> et <i>Tartino</i>. . . . .	.63
Figure 22. Photographie illustrant la dégustation des fromages préparés au niveau de notre faculté. . . . .	.65
Figure 23. Résultats de l'appréciation des produits selon la couleur. . . . .	.66
Figure 24. Résultats de l'odeur de nos échantillons. . . . .	.68
Figure 25. Résultats de goût de nos échantillons. . . . .	.69
Figure 26. Résultats de la texture de nos échantillons. . . . .	.70
Figure 27. Résultats de l'arrière-goût de nos échantillons. . . . .	.71
Figure 28. Résultats des choix d'appréciation des quatre échantillons. . . . .	.72

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne .

FAO : Food and Agriculture Organization .

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale .

SAG : Spores Anaérobies Gazogènes .

CSR : *Clostridium Sulfito-Réducteurs* .

MCR : Milieu Clostridien Renforcé

XLD : Xylose Lysine Désoxycholate .

MGAL : Matière Grasse Animal laitière .

MGV : Matière Grasse Végétale .

PCA : Plat Count Agar .

UFC : Unité Formant Colonie.

UHT : Unité Haute Température .

EPT : Eau Peptonée Tamponnée .

SM : Solution Mère .

PDL : Poudre du lait

EST : Extrait Sec Total .

MP : Matière premier

MG : Matière grasse .

GC : Giolitti Cantoni .

LS : Lauryl Sulfate .

VF : Viande Foie .

BP : Baird Parker .

RN : Route Nationale.

Introduction

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé les plantes rencontrées dans la nature pour traiter et soigner des maladies, mais également pour s'alimenter. **(Fanzo et al., 2013)**.

Ces dernières années les industries alimentaires cherchent à créer des nouveaux produits, en puisant dans la phytoressources qui existent dans la nature possèdent des profils de composition chimique différents permettant de les utiliser comme arômes afin d'ajouter un goût particulier pour l'alimentation et d'améliorer la qualité nutritionnelle des produits sur le marché **(Holley et Patel, 2005)**.

La fabrication du fromage est apparue il y a 8000 ans, peu après la domestication des animaux. A l'origine, l'intérêt majeur de la transformation du lait en fromage a été une forme de conservation de lait ou du moins principaux constituants du lait **(Eck et Gillis, 2006)**.

Les fromages sont des produits précieux d'une grande valeur nutritionnelle et de haute qualité gustative, ils jouent un rôle important dans l'alimentation humaine, ils sont très riches en éléments nutritifs, le fromage le plus consommé est le fromage fondu avec une quantité de 20 000 Tonnes par an **(Deshoux, 2020)**.

Le fromage fondu est un aliment riche en protéines et en minéraux, qui repose sur une technologie beaucoup plus récente que celle des fromages conventionnels, a permis une stabilisation bien plus poussée des nutriments laitiers, tout en conservant plus ou moins au produit fini l'aspect d'un fromage. C'est encore aujourd'hui un type de fromage, parfaitement adapté aux habitudes de consommation, c'est un produit laitier à part entière d'une grande sécurité microbiologique et joue un rôle très important d'alimentation de tous les groupes d'âge **(Eck et Gillis, 2006; Richonnet, 2016)**.

En 2018, les produits laitiers représentent 16% de l'importation alimentaire de l'Algérie. La crise sanitaire de la COVID-19 a poussé certains gouvernements à modifier leurs politiques commerciales alimentaires. Cela, incite les industriels à exploiter les bio-ressources naturelles et locales en termes de matière première et de développer de nouveaux produits locaux **(Cheikh-Rouhou et al., 2006)**.

Parmi les matières premières d'origine végétale le pin d'Alep. Le pin d'Alep occupe une place très importante dans les études récentes grâce à ses graines qui sont très utilisées dans certaines pratiques culinaires traditionnelles. L'écorce des graines peuvent également être utilisées comme matière première pour l'extraction de l'huile essentielle et aussi dans les industries

Introduction

alimentaires, cela grâce à leur richesse en composés bioactifs tels que les composés phénoliques. Elles sont également utilisées en médecine traditionnelle et elles ont de nombreux effets à savoir, effets sur activité antioxydant (**Cheikh-Rouhou *et al.*, 2006**).

Le consommateur d'aujourd'hui est conscient de l'intérêt d'une consommation d'aliments riches en antioxydants bénéfiques pour la santé et par conséquent incite les industriels à la diversification des produits mis sur le marché. C'est dans ce sens que s'inscrit cette présente étude dont l'objectif consiste à mettre au profit de l'industrie agro-alimentaire les effets biologiques du pin d'Alep et ce par son incorporation dans l'élaboration d'un fromage fondu (**Cheikh-Rouhou *et al.*, 2006**).

Le travail a été mené au sein de la fromagerie "FALAIT" dont l'objectif de formuler un nouveau produit laitier par l'incorporation des graines de pin d'Alep dans une préparation fromagère fromage *Chezy* et dans le fromage *Tartino*. De ce fait, notre travail s'est articulé autour de différents axes de recherche :

La première partie concerne l'étude bibliographique avec deux chapitres traitants la plante à incorporer et la connaissances générales sur les fromages en particulier le fromage fondu .

La deuxième partie est consacrée à la partie expérimentale, elle contient deux chapitres le premier c'est une présentation de matériels et méthodes au niveau de la fromagerie "FALAIT" et le deuxième réservés la discussion des résultats obtenus concernant les analyses physicochimique, microbiologique et sensorielle de fromage fondu enrichi.

Cette étude est terminée par une conclusion générale énumérant les principaux résultats obtenus et les perspectives sont envisagées à la fin de ce document.

Chapitre I

Le pin d'Alep

I. Généralité sur le pin d'Alep

I.1. Description botaniques

Le Pin d'Alep est un arbre forestier résineux de deuxième grandeur qui peut parfois atteindre les 30 mètres de hauteur (figure 01 A). Il est parfois appelé Pin blanc ou Pin de Jérusalem, il est souvent penché et peu droit avec une cime écrasée, irrégulière et claire, avec des branches assez étalées, à la sécheresse et peu tolérant aux sols peu fertiles, et un climat aride (**Boutchiche et Boutrighe, 2016**).

I.1.1. L'écorce

L'écorce du pin d'Alep est lisse, de couleur argentée (figure 01 B) chez les jeunes arbres et devient écaillée et plus sombre de couleur brune rougeâtre chez les adultes. L'écorce est très inflammable et très riche en tanin (**Boutchiche et Boutrighe, 2016**).

I.1.2. Le Rameau

Sont verts clair, puis gris clair, assez fins (figure 01 C), il est polycyclique. Les bourgeons sont non résineux, ovoïdes, aigus, bruns avec des écailles libres frangées de blanc (**Kadik, 1987 ; Boutchiche et Boutrighe, 2016**).

I.1.3. Les feuilles

Sont de 6 à 10 cm de long (figure 01 D) avec une largeur de 1 mm, sont fines, molles, lisses et aigus, groupées par 2 en pinceaux à l'extrémité des rameaux (**Nahal, 1962**).

I.1.4. Les cônes (fruits)

Les cônes sont gros avec une taille de 6 à 12 cm (figures 01 E) avec un pédoncule épais de 1 à 2 cm, souvent isolés et réfléchis. Ils sont pourpres puis brun lustré avec des écussons aplatis, persistant Plusieurs années sur l'arbre (**Boutchiche et Boutrighe, 2016**).

I.1.5. Les grain

L'arbre de pin d'Alep produit également une graine comestible, appelée « **Zgougou** » sont utilisées dans plusieurs préparation culinaire. Les graines sont ovoïdes bombés à trois angles de petite taille de 5 à 7 mm à aile longue (figure 01 F), brun gris sur une face et gris moucheté de noir sur l'autre (**Boutchiche et Boutrighe, 2016**).

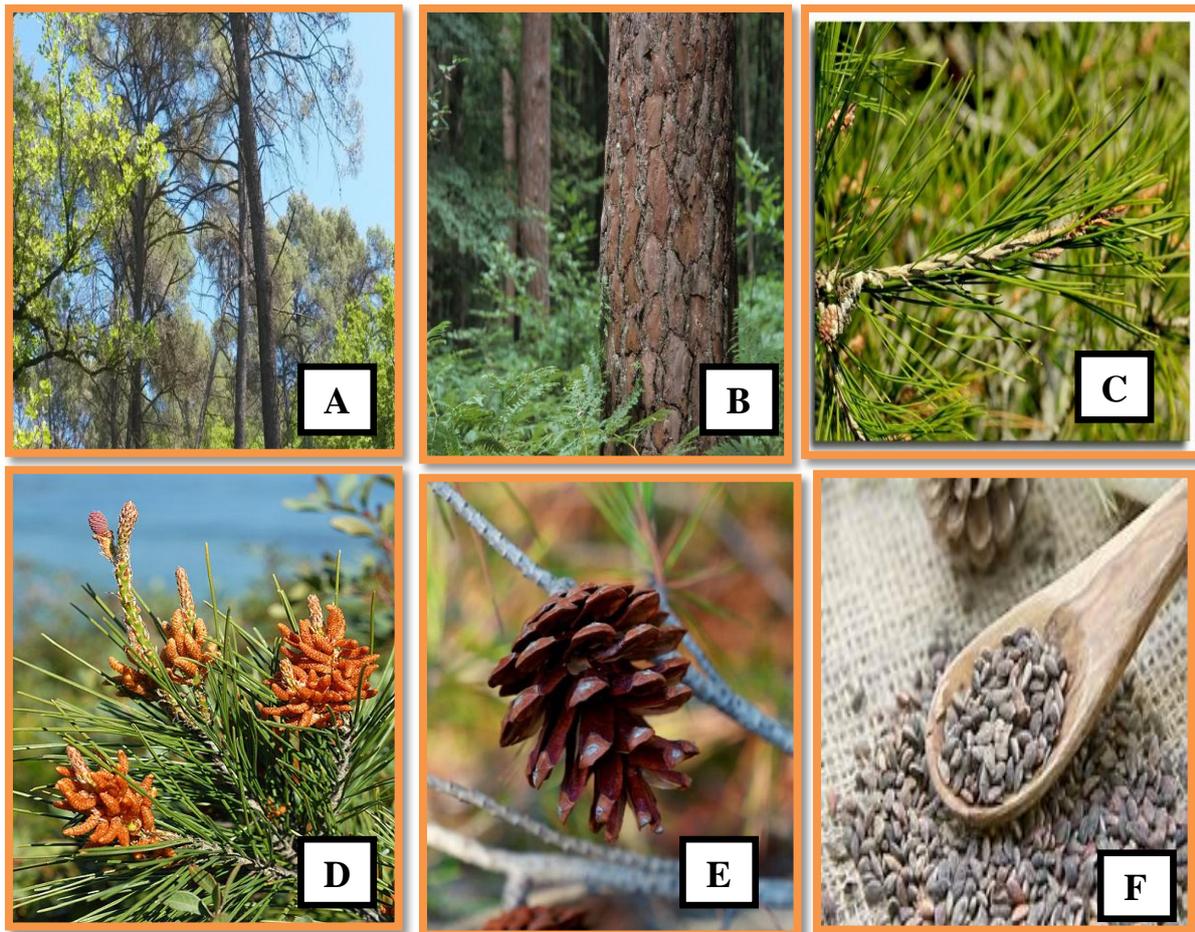


Figure 01. Photographies originales de l'arbre de pin d'Alep (A), L'écore (B), Rameau (C), Les feuilles (D), Les cône (E), Les graine (F) (Boutchiche et Boutrighe, 2016).

I.2. Classification de pin d'Alep

Le genre *Pinus*, appartenant à la famille des Pinacées (Abiétacées), est divisé en trois sous-genres qui sont *Pinus*, *Ducampopinus* et *Cembrapinus*. L'espèce *Pinus halepensis* Mill, fait partie de la section Halepensoïdes qui est divisée en trois groupes parmi lesquels le groupe halepensis (Nahal, 1962).

La position systématique du taxon selon différentes approches morphologiques (Maire, 1952) et phylogéniques APGII (Dobignard et Chatelain, 2012) est décrite dans le tableau I.

Tableau I. La classification du pin d'Alep selon la morphologie et la phylogénie (Maire, 1952 ; Dobignard et Chatelain , 2012).

	Morphologie	APGII
Règne	Plantae	Plantae
Embranchement	Spermatophytes	Spermatophyte
Sous embranchement	Gymnospermes	Gymnosperme
Classe	Pinopsida	Gymnosperme
Ordre	Pinales	Pinales
Famille	Pinacées	Pinaceae
Genre	<i>Pinus</i>	<i>Pinaceae</i>
Espèce	<i>Halepensis Mill</i>	<i>Halepensis Mill</i>

I.3. L'aire de Répartition géographique de pin d'Alep

I.3.1. Dans Le monde

Le pin d'Alep est largement répandu sur l'ensemble du pourtour du bassin méditerranéen (Barbero *et al.*, 1981). C'est une espèce fréquente, surtout en région méditerranéenne occidentale, mais elle se rencontre également en divers endroits du bassin méditerranéen oriental. Au total, les forêts de pin d'Alep occupent sans doute plus de 3.5 millions d'hectares (Quezel, 1986). La superficie occupée dans ces régions méditerranéenne est décrite dans le Tableau II.

Tableau II. Superficies forestières du Pin d'Alep dans certain pays méditerranéens.

Pays	Superficie (ha)	Sources
Algérie	8000 000	(Mezali , 2003)
Maroc	65 000	(Quezel, 1986)
Tunisie	170 000 à 370 000	(Chakroun ,1986)
France	202 000	(Couhert et Duplat ,1993)
Espagne	1 046 978	(Montero,2000; Bentouati, 2006)
Italie	20 000	(Seigue ,1985)

Au Maroc, le pin d'Alep est peu fréquent à l'état spontané, il occupe une superficie de 65.000 hectares. En Tunisie, les forêts naturelles de pin d'Alep couvrent 170.000 hectares, occupant ainsi tous les étages bioclimatiques depuis la mer jusqu'à l'étage méditerranéen semi- aride (**Quezel et Barbero, 1992**).

En Europe, le pin d'Alep est surtout présent sur le littoral espagnol où il couvre une superficie de 1.046.978 hectares en peuplements purs et 497.709 hectares en peuplements mixtes ou mélangés avec d'autres espèces. En France, avancement le chiffre de 202.000 hectares (**Quezel et Barbero, 1992**).

Il existe aussi à l'état spontané mais d'une façon très restreinte en Turquie, en Albanie et en Yougoslavie et très peu au proche orient (Palestine, Jordanie, Syrie et Liban) (**Quezel et Barbero, 1992**).

I.3.2. En Algérie

Le pin d'Alep est fréquent dans la surface forestière de l'Algérie, avec 35% de couverture (**Letreuch, 1991**). Il existe dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi- aride (**Guit, 2015**), où il est localisé principalement dans les régions suivantes :

- La région de Tébessa, les plateaux constantinois et les Aurès.
- La région d'Algérie (les forêts de Médéa, Monts des Bibans).
- Les forêts de monts de Saida, de Mascara, de Sidi Bel Abbès et De Telagh.
- L'atlas saharien, la région de Djelfa (mont d'Oulad Nail), la superficie occupée dans ces régions est décrite dans le Tableau III.

Tableau III. Répartition de pin d'Alep en Algérie (**Bentouati, 2006**).

Région	Superficie (ha)
Djurdjura	36,000
Tébessa	90,000
Médéa, Bogher	52,000
Aurès	100,000
Theniet el hed	47,000

I.4. Composition chimique des graines de Pin d'Alep

Les graines de pin d'Alep sont très riches en métabolites primaires (sucres, protéines, lipides) et secondaires (phénols totaux, flavonoïdes, huiles essentielles...) comme elles présentent une importante concentration en oligo-éléments (phosphore, potassium, magnésium, zinc, fer, cuivre et manganèse) (Cheikh-Rouhou *et al.*, 2006). La composition des graines du pin d'Alep est représentées dans le tableau IV :

Tableau IV. Composition chimique moyenne des graines de pin d'Alep (Cheikh Rouhou *et al.*, 2006).

Composition	Pourcentage %
Protéines	22,7%
Huiles	43,3%
Cendres	8,3%
Carbohydrates totaux	25,7%
Potassium, Magnésium et calcium	1%
Polyphénols totaux	3,71
Flavonoïdes	0,80
Acides gras insaturés	
Acide oléique	27,3%
Acide linoléique	48,8%
Acides gras saturés	
Acide palmitique	8,75%

I.4.1. Composition en métabolites primaires

Les espèces du genre *Pinus* sont largement connues pour leurs propriétés médicinales associées à leur composition chimique. En effet, plusieurs études ont révélé la présence des métabolites primaires (vitamines, élément minéraux, lipides , protéine ,acide aminé...) qui sont localisé dans les différentes parties de *Pinus halepensis* avec un grand quantité, qui sont représente tous les processus de bases (Diallo *et al.*, 2004).

1. Les vitamines

L'huile de pin d'Alep se caractérise par sa richesse en vitamines essentielles, comme les vitamines E, F, connues pour leur haut niveau physiologique et propriétés antiacides, B1, B2, B3, vitamine pro A (bêta-carotène) et d'autre caroténoïdes (figure 02) (Wang *et al.*, 2006).

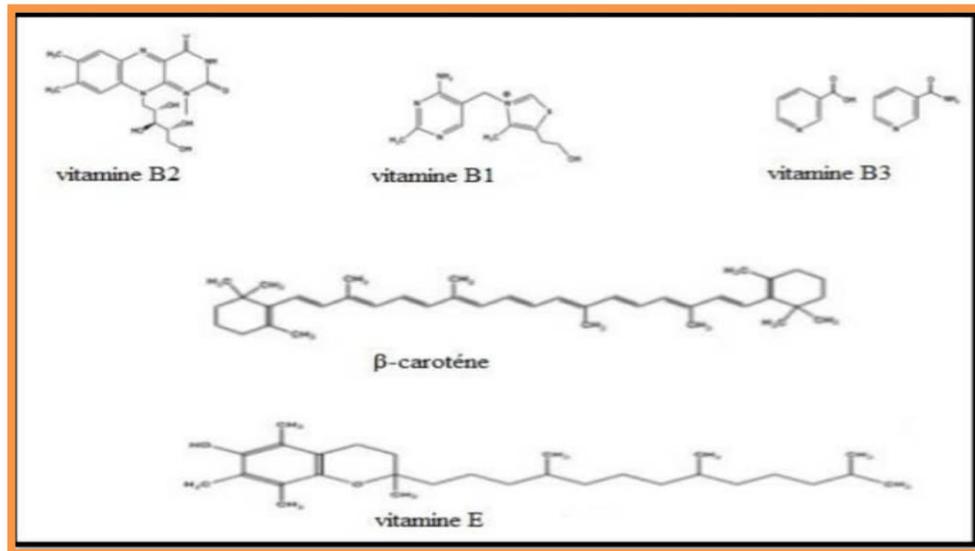


Figure 02. Structure de quelques vitamines (Wang *et al.*, 2006).

2. Les éléments minéraux

L'huile de pin d'Alep contient le magnésium, zinc, fer, cuivre, iode, calcium, phosphore, manganèse, qui ont un effet bénéfique pour la santé, sont fortement présents dans les graines du *Pinus halepensis* (Wang *et al.*, 2006).

3. Les Lipides

La composition de la fraction lipidique des graines de *Pinus halepensis* Mill à été étudiée, et les résultats obtenues montre la richesse en acide insaturés (acide oléique : 27% et acide linoléique : 48 ,8%), et d'autre acides saturés comme l'acide palmitique (8,75 %), myristique, rnyristoleique, stéarique, linoléique, arachidique, ont été également détecté mais a des faibles teneurs (Cheikh *et al.*, 2006).

4. Les acides aminés

L'huile de pin contient également jusqu'à 5% de substances azotés, dont 90% sont les acides aminés, parmi lesquels 70% sont des amino-acides essentiels (Wang *et al.*, 2006). Les

principaux acides aminés sont : l'acide glutamique (5,5% de poids sec) et l'arginine (4,0%) comprenant environ un tiers (environ 33%) des protéines de graines (Tukan *et al.*, 2013).

I.4.2. Composition en métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont présents dans toutes les plantes supérieures, et ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante, sont responsables des fonctions périphérique indirectement essentielles à la vie des plantes, telles que la communication intercellulaire, la défense contre les agressions extérieures et la régulation des cycles catalytiques (Yezza et Bouchama, 2014).

Parmi les principales familles de métabolites secondaires retrouvées dans les graines de *P. halepensis* Mill. On distingue :

- Les composés phénoliques
- Les composés terpéniques
- Les composés azotés

I.4.2.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques ou les polyphénols, sont des produits du métabolisme secondaire présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits et graines). Ils sont synthétisés par les plantes soumises à des conditions difficiles (infections, blessures..). Les principales classes de composants phénoliques sont : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les coumarines (Martin et Andriantsitohaina, 2002).

Ces composés sont caractérisés par la présence d'un noyau aromatique portant de groupements phénoliques : 1 ou plusieurs cycles aromatique porteurs de 1 ou plusieurs OH (figure 03) (Martin et Andriantsitohaina, 2002).

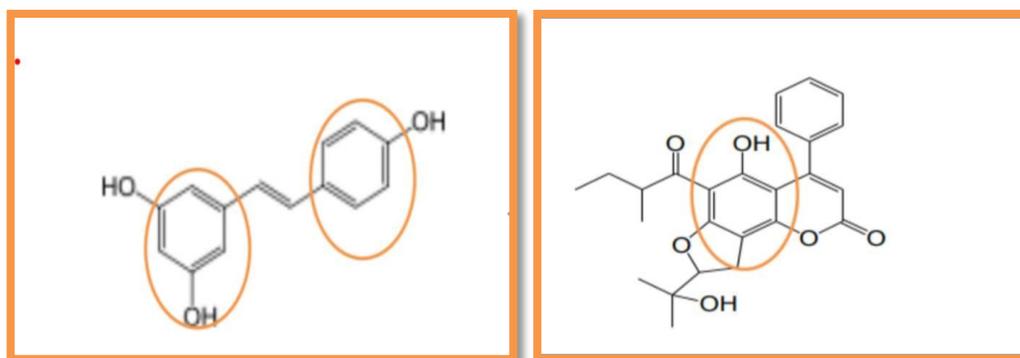


Figure 03. Groupements des composés phénoliques (Martin et Andriantsitohaina, 2002).

Ces différenciations structurales contribuées à l'extension de leurs spectres d'activité dans les différents domaines fondamentaux et appliqués liées aux plantes ou aux activités humaines à des fins diététiques et thérapeutiques mais aussi à l'échelle du laboratoire de recherche puis la production industrielle (**Petti et Scully, 2009**).

1. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes est le groupe le plus répandu des composés phénoliques dans le règne végétal, qui sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles, ce sont des pigments végétaux jaune orangé, ils ont un squelette de base de quinze atomes de carbones (figure 04) (**Guignard, 1996**).

Ce sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques, ils ont des rôles variés dans les plantes en tant que métabolites secondaires, étant impliqués dans les processus de défense contre les UV, la pigmentation, la stimulation des nodules de fixation de l'azote et la résistance aux maladies (**Chira et al., 2008**).

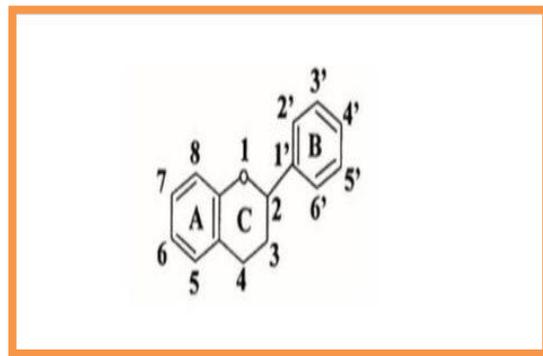


Figure 04. Structure de base des flavonoïdes (**Guignard, 1996**).

2. Les tannins

Les tanins sont des composés poly-phénoliques à haut poids moléculaire, ils sont des molécules fortement hydroxylés et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux glucides, aux protéines et aux enzymes digestives, nous trouvons les tanins hydrolysables et condensés (figure 05) (**Alkurd et al., 2008**).

Sont trouvé dans toute les parties de la plante : l'écorce, les feuilles, les fruits et les racines, sont subdivisés en deux classes différentes, qui sont les tannins hydrolysables et les tannins condensés (**Kabera et al., 2014**).

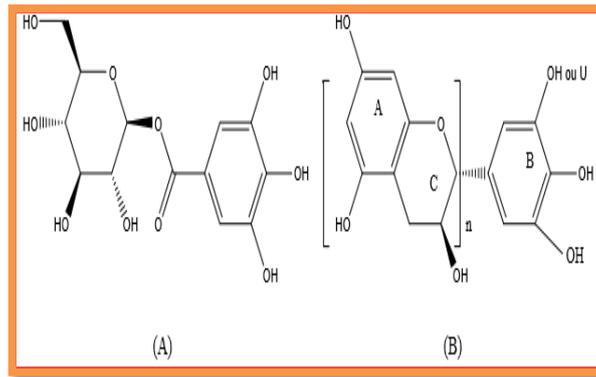


Figure 05. Structure des tannins hydrolysables (A) et des tannins condensés (B)
(Alkurd *et al.*, 2008).

I.4.2.2. Les composés terpéniques

Les terpénoïdes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal, ils sont des hydrocarbures naturels, Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'une unité isoprénique à 5 atomes de carbone (figure 06) avec une ou plusieurs fonctions chimiques. Les terpènes sont très utilisés dans différents domaines d'application notamment cosmétique, médicale.....(Guillaume, 2012).

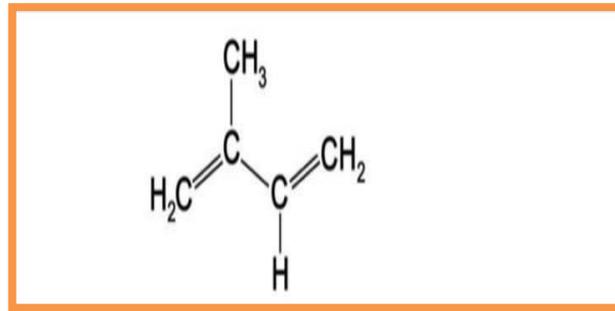


Figure 06. Structure de l'unité isoprène (Guillaume, 2012).

1. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires contenant des composés volatils à différentes concentrations. Ces composés sont principalement issus de deux grands groupes les terpènes et terpénoïdes, et les composés aromatiques et aliphatiques dérivés du phénylpropane, l'analyse de l'huile essentielle des fruits de pin d'Alep par chromatographie gazeuse montre la présence des composés majoritaires et d'autres en petites quantités (Bruneton, 1993).

I.4.2.3. Les composés azotés

Les composés azotés sont assimilés essentiellement sous forme d'acides aminés et de protéines dans les graines. Le stockage et la remobilisation de l'azote sont importants pour la production de graines et pour le contenu de ces graines en azote, ce contenu déterminera la capacité de germination et la survie des nouvelles générations (**Masclaux-Daubresse *et al.*, 2010**).

I.5. Activités biologiques

Plusieurs études indiquent que leurs métabolites présentent diverses activités biologiques (**Penchev, 2010**). Les travaux qui ont été réalisés dans ce contexte montrent qu'elles présentent des activités antioxydant et anti inflammatoire qui sont en générales associé à la présence des polyphénols et des flavonoïdes (tableau V).

Tableau V. Les principales classes de composés phénoliques avec ses propriétés biologiques (**Ribeiro *et al.*, 2001 ; Marongiu *et al.*, 2004**).

Polyphénol	Activités
Acides phénolique (cinnamique et benzoïque)	Antibactériens
	Antifongiques
	Antioxydants
Coumarines	Vasoprotectrices
	Antioedémateuses
	Anticarcinogènes
Flavonoides	Antitumorales
	Anticarcinogènes
	Anti-inflammatoires
	Hypotenseurs et diurétiques
	Antioxydants

I.5.1. Activité antioxydant

Les plantes représentent une source très riche et renouvelable d'antioxydants naturels (**Ribeiro et al., 2001**) L'effet des antioxydants provient de deux mécanismes :

- Ils neutralisent les radicaux libres et empêchent les réactions en chaîne initialisées par ces derniers (**Ribeiro et al., 2001**).
- Ils détruisent les hydro peroxydes (composés intermédiaires formant des radicaux libres en interrompant la liaison O-O) (**Ribeiro et al., 2001**).

I.5.2. Activité Anti-inflammatoire

Les polyphénols possèdent des propriétés anti inflammatoires, capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire par inhibition de l'activité des enzymes qui peuvent être responsables des inflammations, ils peuvent aussi moduler l'adhésion des monocytes durant l'inflammation athérosclérotique en inhibant l'expression des médiateurs inflammatoires (**González-Gallego et al., 2007**).

I.5.3. Antimicrobiennes

Il est désormais possible de développer à base de certains polyphénols comme les flavan-3-ols, les flavanols, et les tanins, des conservateurs alimentaires et de nouvelles thérapies dans de nombreuses maladies infectieuses (**Halmi, 2015**).

I.5.4. Anticancéreuse

Les composés phénoliques peuvent déclencher l'apoptose dans les cellules cancéreuses à travers la modulation d'un certain nombre d'éléments principaux en signal cellulaire (**Boubekri, 2014**). Et parmi les substances susceptibles de retarder voire d'empêcher l'apparition de certains cancers par l'intervention de plusieurs mécanismes :

- Prévention de l'activation des métabolites carcinogènes.
- Inhibition de la prolifération des cellules cancéreuses.
- Arrêt du cycle cellulaire des cellules cancéreuses.

- Induction de l'apoptose et l'inhibition des processus d'angiogénèse (**Ren et al., 2003**).

I.5.5. Activité antifongique

L'huile essentielle de pin d'Alep extraite à partir des aiguilles montre une activité antifongique contre les champignons suivant :

- *Aspergillus flavus*
- *Fusariumoxysporum*
- *Aspergillus Niger*
- *Rhizopusstolonifer*

I.5.6. Antivirale

L'activité antivirale des composés phénoliques agissent contre les virus (le virus d'influenza, HIV-1, HIV-2) par leurs effets sur les enzymes responsables de leur réplication (**Baylk et al., 2004**).

I.6. Usages culinaire

Le pin d'Alep occupe une place très importante dans les études récentes grâce à ses graines, qui sont très utilisées dans le domaine agroalimentaire :

Dans la cuisine, comme ingrédient pour les soupes, vinaigre et la préparation des crème sucrée et comme ingrédients aromatiques dans la glace et des bonbon. En plus, les jus de *Pinus halepensis Mill* sont connus par leur effet balsamique pour vaincre les affections catarrhales du système respiratoire (**Wong et al., 2006**).

Les graines de pin sont comestibles et utilisées en pâtisserie et confiserie ou peuvent être mangées crues en cassant leur coque. Leur débris de graines aussi peuvent également être utilisés comme matière première pour l'extraction de l'huile essentielle, les huile de pin d'Alep elle contient des antioxydants qui sont bénéfiques à l'organisme tout en entier. Elles sont utilisées aussi dans les industries alimentaires, cela grâce à leur richesse en composés bioactifs tels que les composés phénoliques (**Wong et al., 2006**).

Elles ont aussi montré qu'elles pouvaient être utilisées en médecine traditionnelle et la prévention des maladies liées à l'angiogénèse et pour la lutte contre le cancer (**Kadri et al., 2014**).

Chapitre II

Lait et dérivé litière

II.1. Généralité sur le lait

II.1.1 Définition

Le lait a été considéré comme un aliment de base dans de nombreux régimes alimentaire, c'est une boisson saine puisque sa consommation est associée à une alimentation de qualité, il fournit une matrice facilement accessible, riche en une grande variété de nutriments essentiels : des minéraux, des vitamines et des protéines faciles à digérer, il est par conséquent essentiel à l'ensemble des fonctions du corps (Steijns, 2008).

II.1.2. Composition et valeur énergétique

De manière générale, le lait comprend quatre types de constituants importants que sont : les lipides, les protides, les glucides, mais de nombreux autres constituants sont présents en quantité minime comme les vitamines, enzymes, dont certains ont une grande importance du fait de leur activité biologique, la composition du lait varie d'une espèce animale à une autre (Larousse, 2002). La valeur énergétique du lait de vache est entre 650 et 750 Kcal/ litre .La composition moyenne du lait entier est représentée dans le tableau VI .

Tableau VI. Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006).

Constituants	Teneur (g/100g)
Eau	89.5
Dérivées azotés	3.44
Protéines	3.27
Caséine	2.71
Protéines solubles	0.65
Matières grasses	3.5
Glucides	4.8
Lactose	4.7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12.8

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 (Pougheon, 2001).

II.1.3. Caractéristiques Microbiologiques du lait

Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne. Cependant, lors de la traite et du stockage, les risques de contamination sont possibles (Fox *et al.*, 2000).

Il s'agit principalement de microcoques, mais aussi de streptocoques lactiques et lactobacilles, plus ou moins abondants et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production. Cette flore est appelée la flore originelle du lait, de ce fait on trouve que le lait comporte une flore originelle et une flore de contamination (Guiraud, 2003).

1. La flore originale

La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les genres dominants sont essentiellement des mésophiles. Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles (Vignola, 2002).

Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (Guiraud, 2003 ; Varnam et Sutherland, 2001). Le tableau VII regroupe les principaux microorganismes originels du lait avec leurs proportions relatives.

Tableau VII. Flore originelle du lait (Vignola, 2002).

Microorganisme	Pourcentage (%)	Coloration de Gram	Forme	Action
<i>Micrococcus sp</i>	30-90		Coque	Catalase (+)

<i>Streptococcus</i> ou <i>Lactococcus</i>	<10	Gram +	Catalase (-)
<i>Lactobacillus</i>	10-30	Bâtonnets	Catalase (-)

Parmi les microorganismes du lait on distingue :

- **Flore banale** : *Microcoques*, *Staphylocoques* à coagulase (-), entérobactéries non toxigènes, *Bacillus spp* (C. E.L. C, 2000).
- **Flore d'intérêt technologique** : Bactéries lactiques et propioniques Corynébactéries (*Brevibacterium linens*) et levures et moisissures (+ ou -) *Hafnia alnei* (C.E.L.C, 2000).
- **Les levures** : sont très largement répandues dans l'environnement et se retrouvent de façon normale dans le lait. On compte notamment parmi elles *Geotrichum candidum*, *Saccharomyces cerevisiae* (Hermier *et al.*, 1992).

2. Flore de contamination

C'est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Le lait peut être contaminé par divers microorganismes de l'environnement, par l'intermédiaire du matériel de traite et de stockage du lait, par le sol, l'herbe ou la litière (FAO, 1995).

3. Flore d'altération

Incluse dans la flore contaminant, la flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arômes, d'apparence ou de texture et réduira la vie de tablette du produit laitier (Lamontagne *et al.*, 2002). Le lait est en mesure de supports la croissance de contaminants microbiens.

- **Bactéries** : Les principaux identifiés comme bactéries d'altération dont : *Entérobactéries*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Microcoque*, *Corynébactérie*, *Bacillus*.
- **Les moisissures** : Sans importance dans le lait liquide, elles intéressent un grand nombre d'autres produits laitiers.

4. Flore pathogène

Ces germes peuvent être soit présents dans le lait notamment lorsqu'il est issu d'un animal malade ou d'origine fécale (Larpent, 1996). La présence de microorganismes pathogènes dans le lait peut avoir trois sources : l'animal, l'environnement et l'homme, la flore pathogène est capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits laitiers (Lamontagne *et al.*, 2002).

➤ Bactéries

- **Les bactéries responsables d'intoxication alimentaires** : *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* , et *Clostridium perfringens* , *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*. (Lamontagne *et al.*, 2002).

- **Les bactéries responsables de toxi-infection alimentaires** : Les principales bactéries associées aux lait sont *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Salmonella sp* (Lamontagne *et al.*, 2002).

II.2. Généralité sur le fromage

II.2.1. Définition

Dans la conception traditionnelle, le fromage est le résultat de la coagulation du lait par un ensemble d'enzymes coagulantes, connues sous le nom de présure, suivie de l'élimination partielle du lactosérum (égouttage), ce qui donne un caillé qui est à l'origine du fromage (Eck et Gillis, 1997).

II.2.2. Composition et valeur nutritionnelle des fromages

Les fromages représentant un groupe alimentaire très hétérogène dont la constitution est très variable selon la qualité de la matière première utilisée ou selon la technique de fabrication (Luquet, 1990). Les compositions des fromages sont dues aux constituants énergétiques tels que les protéines, les sels minéraux, les vitamines, l'eau et les lipides (Eck, 1987). La composition de quelques fromages est donnée dans le tableau VIII.

Tableau VIII. Composition moyenne de quelques fromages (Eck, 1987).

Fromages	Parmesan	Cheddar	Edam	Cottage
Composés				
Eau (g)	18.4	36	43.3	79.9
Protéines(g)	39.4	25.2	6	14
Lipides(g)	32.7	34.4	25.4	4
Cholestérol (µg)	100	100	80	13
Energie (kcal)	452	412	33	98
Vitamines (µg)				
Vitamine A (µg)	345	325	175	/
Vitamine D (µg)	0.25	0.26	0.19	0.03
Vitamine E (µg)	700	480	480	80
Minéraux (mg)				
Calcium (mg)	1200	720	770	73
Zinc (mg)	5.3	2.3	2.2	0.6

II.2.3. Classification des fromages

La classification des fromages est d'autant plus compliquée à établir que les caractères sur lesquels pourrait se fonder une classification se confondent. En général, les principaux critères de classification prennent en considération les points suivants (Mietton *et al.*, 2004) :

- La nature de la matière première : lait cru ou pasteurisé ; lait entier, écrémé, enrichi en protéines ou ultra filtré, lait frais ou reconstitué, lactosérum.
- L'origine du lait (vache, chèvre, brebis, bufflesse, et mélange de laits de différentes espèces).
- La composition des fromages en matières grasses et en extrait sec influant sur leur consistance (pâte dure, demi dure, molle) .

- La technologie de fabrication.
- Le pays ou la région de fabrication.

Tableau IX. Classification des fromages (FAO/OMS, 1999).

Type	Caractéristique	Exemple
Fromages frais à pâte Fraîche	Caillé lactique, égouttage peu poussé ,pas d'affinage	Fromage blanc, petits suisses
Fromages à pâte molle	Pas d'égouttage, affinage	Camembert
Fromages à pâte pressée Cuite	Caillé mixte/ présure, pressage, affinage	Gouda, cheddar
Fromages à pâte pressée non cuite	Caillé présure, chauffage du caillé, pressage, affinage	Tomme, comté

II.2.4. Divers types des fromages

Il existe une multitude de variétés des fromages, qui sont classés en différentes catégories, selon certains critères tels que l'espèce animale la teneur en eau et la technologie de fabrication, selon ce dernier les fromages sont classés en 6 grandes classes (**Mahaut et al., 2000**).

II.2.4.1. Fromages frais

Les fromages frais ne sont pas affinés, sont traditionnellement a égouttage lent fabriqués à partir de la crème ou de lait, ils résultent de la coagulation à prédominance lactique du lait combinant souvent l'action des ferments lactiques à celle de la présure (**Mahaut et al., 2000**).

II.2.4.2. Fromages à pâtes molles

Les fromages à pâtes molles sont des fromages affinés ou non, ayant éventuellement subi indépendamment de la fermentation lactique, d'autres fermentations et dont la pâte n'est ni cuite ni pressée (**Taleb ben diab, 2017**).

II.2.4.3. Fromages à pâtes dures

Teneur en extrait sec varie entre 64% et 72% et leur durée de conservation peut atteindre 2 à 3 ans et en font de véritables fromages de garde. Leur technologie se rapproche de celle des pâtes pressées cuites : le tranchage est poussé et le brassage est effectué à chaud

pendant 1 à 2h avec une montée en température de 55°-58°C, ce qui permet d'atteindre l'extrait sec recherché. (Evette, 1975).

II.2.4.4. Fromages à pâtes filées

Les fromages à pâtes filées sont des fromages typiques d'origine Italienne : traditionnellement fabriqués avec du lait d'hiver, conférant à la pâte une couleur blanche recherchée, ils peuvent être fabriqués avec du lait de brebis, de chèvre ou de vache, comme le Provolone ou Caciocavallo (Le Jaouen, 1993).

II.2.4.5. Fromages à pâtes pressées

Il s'agit des fromages dont le caillé est pressé après soutirage, puis mis à l'affinage (Luquet, 1990). On distingue deux sous catégories :

- Pâtes pressés cuites
- Pâte pressés non cuites

II.2.5.6. Les fromages fondus

Il s'agit de préparations fromagères fabriquées à partir d'autres fromages que l'on broie puis remet à fermenter ou dont on a fondu ensemble la pâte. Après coupage et le broyage de vieux morceaux de fromage immangeables, ou les trempait dans un liquide afin de déclencher une deuxième fermentation, c'est le résultat de la fonte d'un ou de plusieurs fromages pressés ou à pâte cuite, ayant subi un traitement thermique avec addition éventuelle d'autres produits laitiers (lait liquide ou en poudre, beurre, crème) (Luquet, 1990).

II.3. Fromage fondu

II.3.1. Historique et définition du fromage fondu

La possibilité de produire le fromage fondu a été traitée pour la première fois en 1890 en Allemagne. Les sels de fonte n'étaient pas utilisés et le produit n'a pas réussi, le premier fromage fondu réussi, dans lequel les sels de fonte ont été utilisés, était introduit en Europe en 1911 et aux USA en 1916 (Mayer, 1973). L'intérêt de fondre des fromages provenait à l'époque des difficultés qu'il y avait à ralentir ou stopper leur maturation, du fait de l'absence de possibilité de stockage en chambres froides (Eck, 1987).

Le fromage fondu est un produit obtenu par la fonte d'un fromage ou d'un mélange des fromages frais ou affinés additionnés éventuellement d'autres produits laitiers comme le lait, beurre, crème, caséine, lactosérum et d'autres ingrédients comme les épices et les aromates, il s'agit de préparation issues de la fonte de fromage généralement à pâte pressée (**Fredot, 2009**).

II.3.2. Compositions de fromage fondu

Les matières premières utilisées dans la fabrication du fromage fondu sont divers on distingue :

1. Fromage de fonte

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

2. Poudre de lait

Les poudres de lait qui sont des produits résultant de l'élimination partielle de l'eau du lait (**Vignola, 2002**). On répartit les poudres de lait en trois groupes :

- La poudre de lait entier (26% de matière grasse).
- La poudre de lait demi-entier (22% de matière grasse).
- La poudre de lait écrémé (0% de matière grasse).

3. Eau de procès

Elle joue un rôle important dans la préparation des aliments, elle intervient comme matière première, il faut qu'elle soit potable (**Adjelane, 2018**).

4. Pré-fonte

Il s'agit de fromage déjà fondu qui résulte de la récupération de la pâte contenue dans différents endroits du circuit de la production (**Adjelane, 2018**).

5. Sels de fonte

Les sels de fonte sont des agents très importants pour la fabrication des fromages fondus, ils sont d'ailleurs à l'origine de la fonte (**Chambre et al., 2005**).

Selon Veisseyre (1975), le rôle des sels de fonte dans la fabrication du fromage fondu est :

➤ **Ajustement du pH**

Le pH est ajusté dans une gamme allant de 5,4 à 5,8 selon les propriétés recherchées.

➤ **Solubilisation des protéines et séquestration du calcium**

La capacité des sels de fonte à solubiliser la caséine dépendent essentiellement de sa capacité à échanger le calcium du produit laitier contre le sodium qui le contient initialement.

➤ **Fonction antimicrobiennes**

Il ne s'agit pas d'un effet bactéricide (les phosphates ne détruisent pas les micro-organismes) mais plutôt, d'un effet bactériostatique (**Berger et al., 1993**). Les phosphates sont également reconnus comme de bons inhibiteurs de la germination des spores, la production de toxines botuliques (**Gaucheron, 2004**).

6. La matière grasse

L'incorporation de matières grasses laitiers est fréquente pour ajuster la teneur finale en matière grasse du produit et lui conférer des qualités organoleptiques, notamment aromatiques agréables. Elle se fait essentiellement sous forme de beurre, de crème, de matière grasse laitière anhydride ou autres présentations commerciales (**Eck et Gilis, 1997**).

7. Additifs alimentaires

❖ Colorants

Ils sont essentiellement utilisés pour conférer au produit une couleur jaune orangée. Il s'agit essentiellement de la bixine et de carotène (**Chambre et Daurelle, 2006**).

❖ Aromes

Certains fromages fondus sont aromatisés par l'apport d'ingrédients aromatiques d'origines animale (jambon, crustacés, poisson, crevette,...) ou végétale (épice, fruits, légumes,...) (**Eck et Gillis, 2006**).

❖ Les agents conservateurs

Sont des substances dont l'effet direct retarde ou empêche d'indésirables modifications microbiologiques dans les denrées alimentaires, en particulier leur altération (**Eck et Gillis 1997**).

II.3.3. Valeur nutritionnelle du fromage fondu

Le fromage fondu comporte toutes les caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers qui composent (figure 07) . Il apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels, à un bon équilibre alimentaire. C'est un excellent moyen d'apporter à notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines...ect) comme tout les produit laitiers c'est une source importante de protéine et de calcium .(Feiberg, 2002).

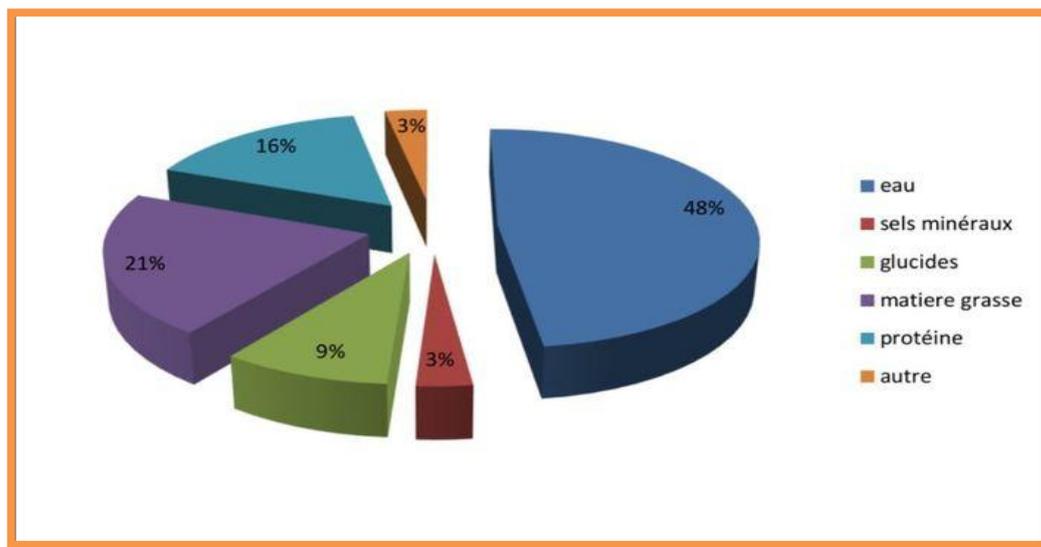


Figure 07. Composition générale du fromage fondu (Feinbeg, 2002).

Du fait de sa conservation et des facilites d'exportation qu'il permet, il peut être un aliment de première importance pour les populations des pays non laitiers. En outre, la présence de la matière grasse sous forme bien émulsionnée et des protéines finement dispersées lui conférant une efficacité nutritionnelle (notamment digestibilité) au moins égale à celle des composés de départ (Feinbeg, 2002).

II.3.4. Classification du fromage fondu

Les fromages fondus peuvent être classés selon leur teneur en matière grasse ou selon leur forme (Dfi, 2016).

II.3.4.1. Selon la teneur en matière grasse

Les fromages fondus peuvent se diviser en sept catégories selon la teneur en matière grasse de l'Extrait Sec (MG/ES) (Boutonnier, 2000), le tableau X précise une moderne classification des fromages.

Tableau X. Classification des fromages fondus (Boutonnier, 2000),

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

II.3.4.2. Selon la forme

Selon (Boutonnier, 2000), sur le marché mondial les produits issus de la fonte des fromages peuvent être regroupés en cinq familles :

1. Fromage fondu en bloc

C'est le plus ancien des fromages fondus, l'extrait sec totale est relativement élevé dans le rapport MG/ES. Il a une consistance ferme et une bonne élasticité, le coulage s'effectue sous forme de blocs de poids différents. (Richonnet, 2016).

2. Fromage fondu à coupe

C'est le premier type de fromage fondu sur le marché, elle est Moins ferme que le bloc, il n'est pas pour autant tartinable, il contient trois à quatre points de moins de matière sèche, ce qui le rend plus agréable à la dégustation (Tamime, 2011).

3. Fromage fondu à tartine

Ce type de fromage nécessite un crémage important par rapport au fromage fondu en bloc, ce qui lui confère une certaine tartinabilité. De plus l'extrait sec relativement faible et la teneur en matière grasse est élevée, Ceci a permis d'augmenter de 10% la teneur en eau et permettent la facilité de la fonte. (Tamime, 2011).

4. Fromage fondu Toastable

C'est un fromage fondu qui garde sa forme même après l'exposition à une nouvelle source de chaleur. Il est obtenu après un refroidissement rapide après conditionnement et il se trouve sous forme de tranche adaptée. **(Roustel, 2014)**.

5. Fromage fondu Thermostable

C'est un fromage fondu qui ne peut pas être refondu, il accompagne d'autres aliments comme ingrédient tel que les pâtes, Ce genre de fromage garde le même goût et la même valeur nutritionnelle après la cuisson, il est généralement en forme de dés **(Oliveira et al., 2016 ; Richonnet, 2016)**.

II.4. Contrôle de la qualité

Les contrôles effectués dans les laboratoires au sein des industries ont pour but d'analyser les matières premières et les produits finis. Donc l'objectif du contrôle physico-chimique et microbiologique du fromage fondu reste la garantie d'obtenir un bon produit consommable en toute sécurité **(Boutonnier, 2000)**.

II.4.1. Contrôle physico-chimique

Les contrôles physico-chimiques sont des contrôles qui consistent à mesurer les différentes paramètres tels que le pH, la matière grasse, l'extrait sec des matières usagées y'a compris le produit fini, afin de les comparer aux normes exigées **(Adjelane, 2018)**.

II.4.2. Contrôle microbiologique

Le contrôle microbiologique sur les fromages vise :

- D'une part à contrôler l'absence de germes ayant des incidences technologiques défavorables **(Benyahia et Hamdadou, 2008)**.
- D'autre part à vérifier l'absence des germes pathogènes et la présence en nombre limité des micro-organismes indicateurs d'hygiène **(Benyahia et Hamdadou, 2008)**.

Il s'agit des levures, des spores et des microorganismes tels que les coliformes, les *Salmonelles* et les *Staphylocoques*.

II.4.3. Contrôle organoleptique

Les caractéristiques organoleptiques dépendent du jugement de certaines qualités en rapport avec le consommateur (**Benyahia et Hamdadou, 2008**) entre autres :

- **Aspect externe** : Couleur, brillance,...Etc. (relevant de la vision).
- **La texture** : Mastication, tartinabilité,...Etc. (relevant de la mastication).
- **La flaveur** : Olfaction et goût (relevant de l'odeur et du goût).

II.5. Microflore du fromage fondu

Les microorganismes des fromages ont différentes origines : le lait, l'atmosphère, le matériel utilisé, la saumure, ils représentent une population d'environ 10⁶ cellules par gramme (**Ercolini et al., 2009**).

La composition microbiologique du fromage dépend de celle du lait utilisé, du processus de fabrication et de l'âge du fromage (**Ercolini et al., 2009**).

II.5.1. Flore naturelles

➤ **Bactéries** : Généralement, elle est dominée par les bactéries lactiques en l'occurrence les *Lactococcus* et les *Enterococcus* qui influencent les caractéristiques sensorielles du produit fini (**Randazzo et al., 2009**).

➤ **Levures** : Les levures sont retrouvées de manière plus importante à la surface des fromages (à pâte molle notamment) qu'à l'intérieur, tel que *Kluyveromyces*, *Geotrichum candidum*, *Debaryomyces*, *Candida*, *Yarrowia* (**Hermier et al., 1992**).

➤ **Moisissures** : Elle joue un rôle très actif dans l'affinage de certains fromages comme : *Penicillium camembertii* et *Geotrichum* (camembert), *Penicillium roquefortii* (fromage à pâte persillée) (**Ercolini et al., 2009**).

II.5.2. Flore d'altération

➤ **Levures et moisissures** : Certaines levures et moisissures peuvent se manifester dans le fromage (tableau XI), mais la quantité de toxines produites est trop faible pour provoquer des intoxications (**Le Jaouen, 1993**).

Tableau XI. Les principaux levures et moisissures responsables d'altérations dans les fromages (**Le Jaouen, 1993**).

Micro-organismes	Origines
<i>Scopulariopsis fusca</i>	Papier, emballage
<i>Trichosporon penicillatum</i>	Air
<i>Penicillium brevicompactum</i>	Terre, bois, liège, emballage.
<i>Penicillium funiculosum</i>	Stores, matériel, lait, eau, air.
<i>Geotrichum candidum</i>	Défaut d'égouttage, de salage du fromage, implantation insuffisante du pénicillium.
<i>Mucor, Rhizopus, ... Etc.</i>	Bois, liège, stores, matériel, lait, eau, air

II.5.3. Flore de contamination

Les germes pathogènes provoquant des risques que comporte leur présence dans les produits (tableau XII).

Tableau XII. Principaux germes pathogènes rencontrés en fromagerie (**Le Jaouen, 1993**).

Nom de la bactérie	Effets
<i>Escherichia coli</i>	Toxi-infection, gastro-entérite
<i>Listeria monocytogenes</i>	Listériose, toxi-infection
<i>Salmonelle spp</i>	Toxi-infection, gastro-entérite
<i>Staphylocoques pathogènes</i>	Intoxication
<i>Clostridium perfringens</i>	Toxi-infection
<i>Bacillus cereus</i>	Intoxication
Germes dits banaux mais charge importante	Intoxication

II.6. Défauts de fabrications du fromage fondu

III.6.1. Défauts constaté au moment de la fonte

Au cours du processus technologique, un très léger écart par rapport aux normes peut engendrer des défauts que l'on peut observer au cours des différents stades de la chaîne de fabrication (**Berger, 1985**). Le tableau XIII explique les défauts qui peuvent apparaître au moment de la fonte.

Tableau XIII. Défauts au moment de la fonte (**Berger, 1985**).

Aspect de la pâte	Origines possibles	Remèdes
La pâte n'est pas homogène	Le pH faible, et sa valeur dépend de la matière première employée (ex : Emmental nécessite un pH plus élevé que le cheddar).	Augmenter le pH
	La teneur de sel de fonte est faible.	Augmenter la dose
	Le temps de cuisson étant court.	Augmenter le temps
La pâte du fromage fondu reste Liquide	La matière première est trop affinée, trop décomposée et ne peut constituer une structure stable.	Mélanger la matière première avec des fromages plus jeunes présentent une structure protéique plus stable.
	La teneur en eau est trop élevée.	Diminuer la quantité d'eau ajoutée.
	La durée de la fonte est trop courte.	Prolonger la durée de la fonte.
La pâte forme des fils	La matière première est trop majeure.	Ajouter du fromage plus affiné à la matière première.
	Le sel de fonte est trop peut crémant.	Utiliser un sel de fonte plus crémant.

La quantité de sel de fonte est insuffisante.

Augmenter la quantité du sel de fonte.

II.6.2. Défauts d'origine microbienne

On peut les classer en deux catégories :

- Les altérations se traduisant par un défaut de texture : le gonflement.
- Les altérations se traduisant par un défaut de saveur : amertume et goût de rance.

1. Les gonflements

C'est un accident de fabrication particulièrement grave. Il se traduit par la présence de nombreux yeux dans le fromage, principalement près de la surface, les germes responsables sont divers assez rarement, il s'agit de bactéries coliformes ou de levures gênées par l'absence de lactose, plus souvent ce sont des sporulés anaérobies qui interviennent parmi lesquels, le *Clostridium tyrobutyricum*, capable de se développer à partir des lactoses (**Roger, 1979**).

2. Les défauts de saveur

Mahaut et al. (2000), signalent que ce type d'altération a plusieurs origines, parmi lesquelles celles d'origine bactérienne, elles sont souvent dues au métabolisme de ces micro organismes. En effet, certains germes (bactéries lactiques) produisent de manière tardive des enzymes lipolytiques et des enzymes protéolytiques. Les enzymes lipolytiques développent le goût de rance dans le fromage, alors que les enzymes protéolytiques conduisent à un défaut assez fréquent : «l'amertume».

3. Autre défauts

Mahaut et al. (2000), signalent qu'en général, ce sont les levures et les moisissures qui sont responsables de ces types d'altérations. Elles ne possèdent pas de pouvoir pathogène, mais leur développement, dans le fromage peut causer des altérations du produit. Principalement ce sont les gonflements qui se produisent, alors que certains genres d'altération se traduisent par l'apparition des odeurs, des couleurs, ou des goûts anormaux.

Chapitre III

Matériels et méthodes

III.1. Présentation de l'unité de la fromagerie

La fromagerie FALAIT est une entreprise agroalimentaire, Elle s'est spécialisée dans la production et la commercialisation des produits laitiers (fromages plus précisément). Sa marque de fromage phare est *Tartino*, a gagné la confiance du marché et la fidélité de ses consommateurs à travers son engagement constant envers la qualité. l'entreprise offre d'une large gamme de produits, de saveurs et une disponibilité de plus en plus importante qui font de FALAIT un des acteurs majeurs du marché Algérien .

III.1.1. Situation géographique

La fromagerie industrielle « FALAIT » est implantée dans la zone industrielle de Rouïba de la wilaya d'Alger à 500 m de la RN N°5 qui se trouve à 3 km de Rouïba et à 27 km à L'Est de la capitale d'Alger.

III.1.2. Historique du l'entreprise FALAIT

- L'idée de création de Eurl SIPLAIT (nome de FALAIT remonte a 2001), c'est une unité de production et commercialisation des barres de fromage fondu avec 30 employés et une capacité de production de 2000T/an.
- En 2002, le lancement de la marque « les deux vaches » du fromage fondu en portion.
- En 2003, création de Sarl FALAIT
- En 2004, introduction du processus UHT et le lancement de la marque *Tartino* fromage fondu en portion.
- En 2005, lancement de la marque de froamage fondu *Cheezy* et des barres de froamage fondu *Tartino* .
- En 2009, lancement des barre de fromage *Tartino* Cuisto.
- En 2011, début des travaux d'une nouvelle unité de production de fromage portions.
- En 2014, inauguration de la nouvelle unité, avec une capacité, de production de 10000 T/an.
- Aujourd'hui la sarl FALAIT emploie plus de 400 personnes et plus de 800 autres en Emplois indirects.

III.1.3. Infrastructure de l'entreprise FALAIT

L'entreprise dispose d'un complexe intégré de plusieurs ateliers, un ateliers de production, des chambres froides pour le stockage et la conservation des fromages, et un

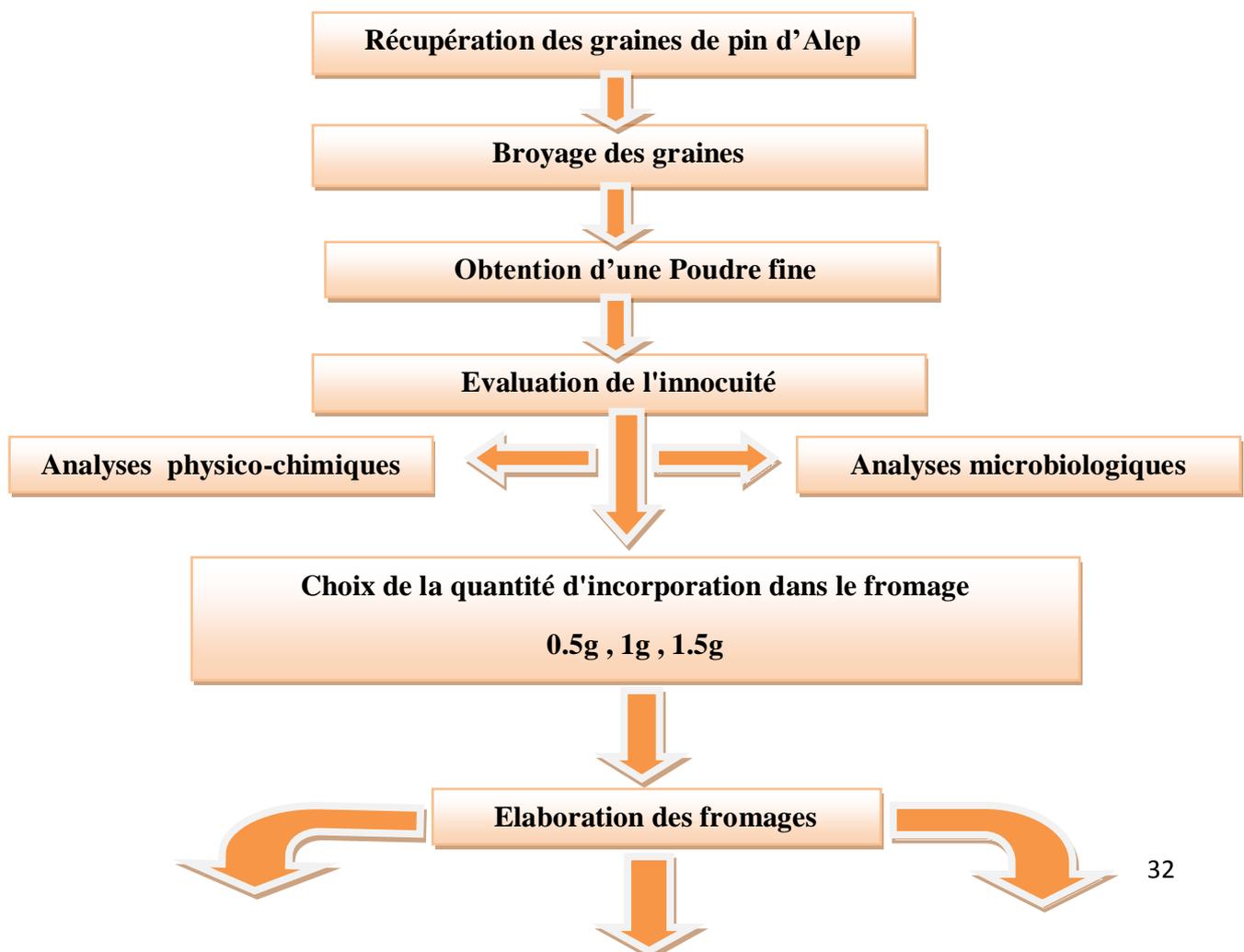
bâtiments administratifs. Pour une meilleure surveillance de la qualité des produits et une protection optimale du consommateur, l'industrie s'est équipée d'un laboratoire d'analyse de contrôle de qualité afin d'effectuer toutes les analyses physico-chimiques et microbiologiques des matières premières et des produits finis, comme elle dispose d'un grand local de stockage pour les matières premières.

III.2. Objectif de l'étude

L'étude expérimentale comporte deux parties principales :

La première partie : est la préparation du matériel végétal à partir des graines de pin d'Alep.

La deuxième partie : est l'enrichissement d'un fromage *Tartino* et une préparation fromagère *Cheezy* par les graines de pin d'Alep. Cette partie est réalisée au niveau de la fromagerie « FALAÏT », durant une période qui s'est étalée du mois de Mai jusqu'au mois de juillet de l'année 2022, dont l'objectif est de fabriquer un fromage fondu à base des graines de pin d'Alep. Le diagramme de fabrication suivi dans l'étude est décrit dans la figure 08 :



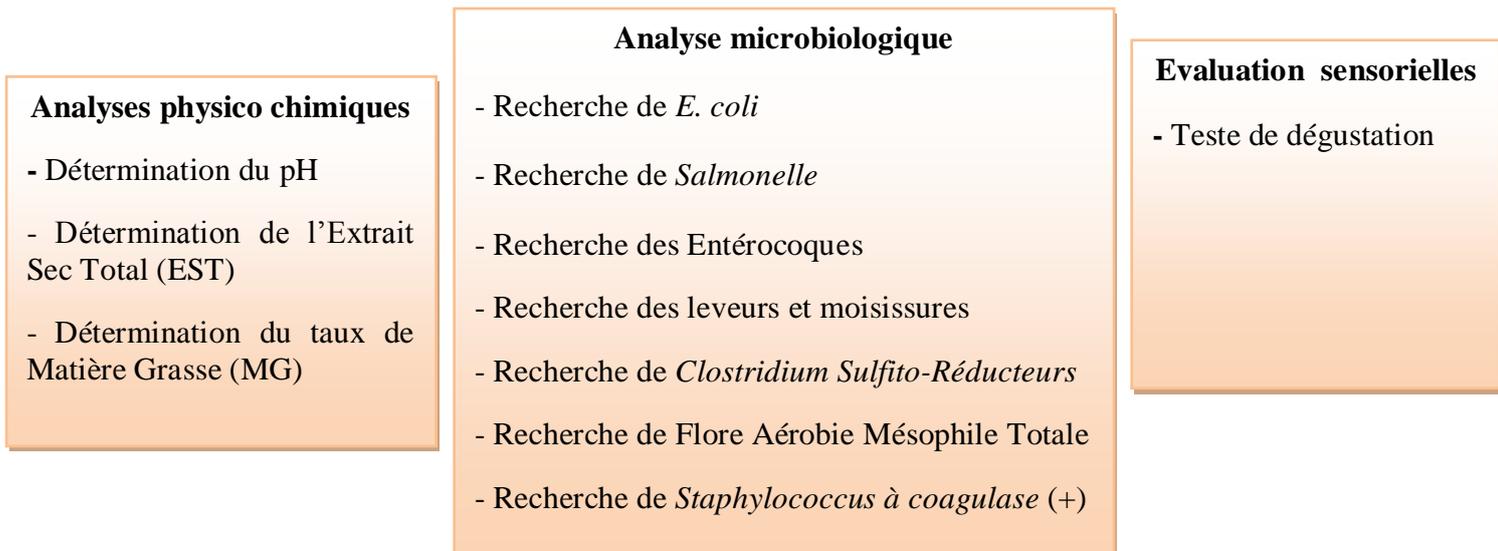


Figure 08. Diagramme de la méthodologie de fabrication du fromage fondu enrichi avec des graines de pin d'Alep .

III.3. Le matériels

III.3.1. Le matériel végétal

Le matériel végétal choisi pour la présente étude est les graines de pin d'Alep, acheté chez un herboriste dans la région de LAKHDARIA wilaya de Bouira au moins de juin 2022 (figure 09).



Figure 09. Photo original des graines de pin d'Alep.

III.3.2. Matériel biologique

1. Matières premières : les ingrédients qui entrent dans la composition du fromage sont :

- La poudre du lait.
- Le beurre.

- Le cheddar.
- Les sels de fonte
- Matière Grasse Végétale .
- Matière Grasse Animal laitière .

2. Le produit fini : le Fromage fondu est obtenu par la chaine de fabrication de l'entreprise FALAIT.

III.3.3. Matériel non biologique

Le matériel et les équipements utilisés dans le travail pratique sont présentés dans l'Annexe N°01.

III.3.4. Milieux de culture

Les milieux de culture utilisée sont présentés dans le tableau XIV :

Tableau XIV. Les différents milieux de culture utilisée durant la partie expérimentale.

Germe recherchée	Milieux de culture	Temps et température d'incubation
<i>E.coli</i>	Bouillon Lauryl sulfate	37 °C / 24 h
<i>Salmonelles</i>	Eau peptonée tamponné	37 °C / 24 h
	Bouillon sélénite cystine	37 °C / 24 h
	Gélose Hektoen	37 °C/ 24 h
	Xylose Lysine Désoxycholate	
Leveurs et moisissures	Gélose Sabouraud	24 °C / 5 jours
<i>Clostridium sulfito réducteur</i>	Gélose Viande Foie	37 °C / 24 h
<i>Staphylococcus</i> à coagulase (+)	Gélose Baird parker	37 °C / 24 h
Entérocoque	Bouillon Rothe	37 °C / 24 h
Flore Aérobie Mésophile Totale	Plat Count Agar	30 °C / 3 jours
Spores Anaérobies Gazogènes	Milieu Clostridien Renforcé	37°C / 6 jours

III.3.5. Produits chimiques et réactifs

Les produits chimiques et les réactifs utilisée sont résumés dans le tableau XV

Tableau XV. Produits chimiques et réactifs utilisée.

Produits chimiques	Réactifs
- Acide sulfurique concentré	-Gel de silice avec un indicateur hygrométrique
- Alcool iso amylique	- Tellurite de potassium.
- Alcool chirurgical 90%	- Alun de fer.
	- Sulfite de sodium.
	- Eau distillée

III.4 Les méthodes

III.4.1. Préparation de la matrice végétale

Après triage (élimination des impuretés), les graines de pin d'Alep ont été rincées avec de l'eau du robinet. Puis déposées sur un tissu propre pour séchage à température ambiante à l'air libre, et à l'abri du soleil dans un endroit sec et ventilé (Volàk *et al.*, 1986).

Par la suite, les graines sont torréfiées dans une poêle pendant 5 min. Après séchage et torréfaction, les graines ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique, jusqu'à obtention d'une poudre fine. La poudre obtenue est pesée et conservée dans un récipient propre en verre et stockée à l'abri de lumière et de l'humidité jusqu'à utilisation (Volàk *et al.*, 1986).

III.4.2. Analyses microbiologique de la matrice végétale

Les analyses microbiologiques permettent de vérifier l'innocuité de la matrice végétale utilisée. Selon le Journal Officiel de la république Algérienne (JORA, 2017), les germes recherchés sont :

Les Entérocoques, *Staphylococcus* à coagulase (+), *Clostridium Sulfito-Réducteurs* (CSR), levures et moisissures, Spore Anaérobie Gazogène (SAG), Flore Aérobie Mésophile Total (FAMT), *E.coli* et *Salmonelle* .

III.4.2.1. Recherche et dénombrement des germes

III.4.2.1.1. Recherche des Entérocoques

Les entérocoques sont des bactéries Gram positif qui se présentent sous forme de diplocoques ou de coques en chaînettes. Ils sont anaérobies facultatifs, immobiles et dépourvus de capsule (**Chen et Hoover, 2003**).

✓ **Principe**

Le milieu utilisé est le bouillon de Rothe est un milieu sélectif utilisé pour la quantification des entérocoques dans l'eau et les aliments. Le principe repose sur le mélange de peptone et de glucose dans le milieu, ce qui rend le bouillon de dextrose azide très nutritif et le chlorure de sodium maintient l'équilibre osmotique. La sélectivité des organismes Gram-négatifs est assurée par l'azoture de sodium, en plus le pH est contrôlé par Le système tampon phosphate.

✓ **Mode opératoire**

Les trois tube de la solution mère 10, 1 et 0.1mL sont inoculées avec 10mL de Bouillon Rothe par tube. Les tubes ainsiensemencés sont incubés à 37 °C pendant 24 heures.

✓ **Lecture**

Après la période d'incubation, on considère comme tube positive, ceux qui présenter un trouble.

III.4.2.1.2. Recherche de *Staphylococcus* à coagulase (+)

Il s'agit d'une bactérie commensale des animaux et de l'homme qui contamine fréquemment les aliments et peut entraîner des dégradations et des problèmes sanitaires. Les *Staphylocoques* à coagulasse (+) peuvent également produire des entérotoxines et provoquer maladie d'origine alimentaire (**Marino et al., 2011**).

✓ **Principe**

Le milieu utilisé est le bouillon Giolitti-Cantoni additionné de tellurite de potassium, La base de bouillon Giolitti-Cantoni contient de la peptone et de l'extrait de boeuf comme sources de carbone, d'azote, de vitamines et de minéraux.

L'extrait de levure fournit des vitamines du complexe B qui stimulent la croissance des bactéries. Le D-Mannitol est la source de glucides. le pyruvate de sodium stimule la croissance des *Staphylocoques* et Le chlorure de lithium inhibe bacilles gram-négatifs. L'ajout de Tellurite de potassium qui est associé à la glycine, inhibe les bactéries à gram positive autres que les *Staphylocoques* (**Downen et Ito, 2001**).

✓ Mode opératoire

Les trois tube de la solution mère 10, 1 et 0.1mL sont inoculées avec 10 mL de bouillon Giolitti-Cantoni (GC) par tube additionné de tellurite de potassium Les tubes ainsi ensemencés sont incubés à 37 °C pendant 24 h.

✓ Lecture

La croissance des staphylocoques s'exprime par noircissement du bouillon.

III.4.2.1.3. Recherche des *Clostridium sulfito-réducteurs* (CSR)

Il s'agit de bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol, sont des bactérie a Gram + avec catalase négative, réduisent le nitrate en nitrite, fermentant le lactose avec production de gaz. Elles peuvent contaminer et dégrader les produits alimentaires dans des conditions d'anaérobie (conserves) (**Christiane Joffin, Jean-Noël Joffin , 1993**).

✓ Principe

Le milieu utilisé est la gélose VF (viande-foie) (Annexe N°02) additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer, l'action des germes sulfito-réducteur (*Clostridium*) conduit à la réduction de sulfite de sodium en présence d'alun de fer en sulfure.

✓ Mode opératoire

Trois tube sont respectivement contenant 10 , 1 , 0.1mL de la solution mère est porté au bain marie à 75 °C pendant 15 a 20 min puis directement dans l'eau froide afin d'éliminer les formes végétatives et de ne laisse que les spores, la gélose viande foie (15mL) additionnée de sulfite de sodium et d'alun de fer, sont coulés dans les tubes. Après solidification les tube ainsi ensemencées sont incubées à 37 °C pendant 24 h.

✓ Lecture

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

III.4.2.1.4. Recherche des Spores Anaérobies Gazogènes (SAG)

Spores thermorésistants de Bacillus et de *clostridium* thermorésistants qui après une épreuve de sélection thermique peuvent donner naissance à des formes végétatives de Bacillus et de *Clostridium* se développent à 55 °C lorsque l'essai est effectué selon la méthode spécifiée dans la présente norme.

✓ Mode opératoire

À l'aide d'une pipette stérile, 10mL de Milieu Clostridien Renforcé est prélevé et transféré dans 9 tubes respectivement contenant 10 , 1 , 0.1mL de la solution mère (3 tubes par dilution), puis porté au bain marie à 75 °C pendant 15 a 20 min puis directement dans

l'eau froide afin d'éliminer les formes végétatives et de ne laisser que les spores, par la suite on ajoute une couche de paraffine (2 à 3mL de paraffine pour assurer l'anaérobiose). Les tubes ainsiensemencés sont incubés à 37 °C pendant 6 jours.

✓ **Lecture**

La lecture se fait chaque jour pour contrôler le dégagement de gaz, on note aussi la séparation de la couche de paraffine dans le tube positif.

III.4.2.1.5. Recherche de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)

La flore mésophile totale est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant aux germes banals de contamination. Elle est apte à se multiplier aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25 et 40 °C (**Guiraud et Rosec, 2004**).

Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile est un indice du niveau de la contamination globale de l'aliment. Ces microorganismes aérobies, et aéro-anaérobies facultatifs se développent dans un milieu nutritif ordinaire exempt d'inhibiteurs et d'indicateurs. Le milieu utilisé pour le dénombrement de la flore totale est le milieu Plat Count Agar (PCA) (Annexe N°2).

✓ **Mode opératoire**

L'ensemencement est réalisé en masse. À l'aide d'une pipette stérile, 1mL des solutions mères est prélevé et transféré dans des boîtes de Pétri. une quantité du Plat Count Agar est maintenu en surfusion dans un bain-marie à 74 °C est coulé dans chaque boîte de Pétri. Bien mélanger la gélose avec l'inoculum par agitation douce et circulaire sur la paillasse. Après solidification, les boîtes de Pétri ainsiensemencés sont incubés à 30 °C pendant 3 jours (**Guiraud et Galzy, 1980**).

✓ **Lecture**

Les colonies se présentent sous forme lenticulaire poussant en masse.

III.4.2.1.6. Recherche des levures et moisissures

Les levures sont des champignons microscopiques, se présentent sous formes unicellulaires. De nombreux champignons filamenteux appelés souvent moisissures. Elles sont aérobies, en général acidophiles et mésophiles. Ils ont un besoin en eau faible par rapport

aux autres micro-organismes et peuvent se développer sur des aliments à faible teneur en eau (Boiron, 1996).

✓ **Principe**

Le milieu utilisé est la gélose Sabouraud (Annexe N°02). Il repose sur un pH bas (5,6) pour inhiber la croissance bactérienne. De plus, La concentration élevée en glucose offre un avantage pour la croissance des champignons (osmotiquement stables) alors que la plupart des bactéries ne tolèrent pas la concentration élevée en sucre (Sabouraud, 1892).

✓ **Mode opératoire**

L'ensemencement est réalisé en masse. À l'aide d'une pipette stérile, 1mL des solutions mères est prélevé et transféré dans des boîtes de Pétri. Une quantité de milieu de culture Sabouraud est coulée dans chaque boîte de Pétri. Bien mélanger la gélose avec l'inoculum par agitation douce et circulaire sur la paillasse, après solidification, les boîtes de Pétri ainsiensemencées sont incubées à 25 °C pendant 5 jours (Vignola, 2002).

✓ **Lecture**

Les levures apparaissent sous forme des petites colonies crémeuses et blanches, alors que les moisissures apparaissent sous forme des grandes colonies filamenteuses de différent couleurs .

III.4.2.1.7. Recherche de *Escherichia coli* (*E.coli*)

E.coli est une bactérie naturellement présente dans le tube digestif de l'homme, mais elle indique une contamination fécale et des conditions hygiéniques déplorables lorsqu'elle est trouvée dans les produits alimentaires.

✓ **Principe**

Le milieu utilisé est Lauryl Sulfate (LS) est un milieu sélectif pour la recherche des *E. coli* dans le lait et les produites litières, le principe de milieu repose sur l'aptitude des *E.coli* à fermenter le glucose avec production d'acide et de gaz .

✓ **Mode opératoire**

Les trois tube de la solution mère 10, 1 et 0.1mL sont inoculées avec 10mL de bouillon Lauryl Sulfate (LS) par tube, contenant préalablement une cloche de Durham. Les tubes ainsiensemencés sont incubés à 37 °C pendant 24 h.

✓ **Lecture**

Après la période d'incubation sont considérés comme tubes positives , ceux qui présentent un trouble, et un dégagement gazeux.

III.4.2.1.8. Recherche de *Salmonelle*

Leur recherche et leur identification permettant de savoir si le produit est dangereux à consommer ou non .C'est un genre de la famille des *Enterobacteriaceae*, ce sont des bacilles à Gram positif qui peut causer des troubles pathologiques. Ils sont responsables des toxi-infections alimentaires fréquentes (**Bourgeois et al., 1996**).

✓ Principe

Les milieux utilisés sont gélose Hektoen et Xylose Lysine Désoxycholate (XLD).

➤ **Gélose Hektoen** : La de présence du sucre, extraits de levure et de peptone constituent la gélose Hecktoen qui favorise l'isolement des bactéries du genre *salmonelles*, ce milieu est rendu sélectif par la présence de sels biliaires et de colorants inhibe la plupart des organismes à Gram positif, ce qui permet uniquement aux bacilles à Gram négatif de se développer sur la gélose (**King et Metzger, 1968**).

➤ **Gélose XLD** : Repose sur la fermentation du xylose, du lactose et du saccharose, et la décarboxylation de la lysine et la production d'hydrogène sulfuré pour la différenciation primaire des *Salmonelles*. (**Taylor et Schelhart, 1971**).

✓ Mode opératoire

La recherche des salmonelles se fait en trois étapes :

❖ La première étape : Pré-enrichissement

Introduire 25 g d'échantillon à analyser dans un flacon, puis on complète jusqu'à 250 mL avec l'eau peptonée tamponnée (EPT), puis on fait une agitation manuelle pour que le mélange soit homogène. Le flacon ainsiensemencées sont incubées à 37 °C pendant 24 h.

❖ La deuxième étape : Enrichissement

A l'aide d'une pipette stérile, on Prélever 1 ml de milieu de pré-enrichissement et ensemencer le dans 10 ml de milieu SFB, Après on fait l'incubation a 37 °C pendant 24 h.

❖ La Troisième étape : Isolement

A l'aide d'une pipette stérile, on prélevé 1mL à partir du milieu SFB positif et on ensemencer par stries les boites de pétris contenant les géloses Hecktoen et Xylose Lysine Désoxycholate. Après solidification, les boites ainsiensemencées sont incubées à 37 °C pendant 24 h.

✓ Lecture

Les *Salmonelles* se présentent sous forme de colonies de couleur bleu verdâtre (sur gélose Hektoen) et Rouge (Sur gélose XLD) avec ou sans centre noire.

Remarque

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

III.4.3. Analyse physico-chimique de la matrice végétale**III.4.3.1. Détermination du pH****✓ Principe**

Le principe de cette méthode est La dispersion du poudre des graines de pin d'Alep dans l'eau distillée avec mesure directe du pH à l'aide d'un pH mètre.

✓ Mode opératoire

On Pèse précisément 4g de poudre de pin d'Alep dans un pot stérile, on prélevé 9 ml d'eau distillée a l'aide d'une éprouvette graduée, puis on mélanger l'eau dans la poudre à l'aide d'une Broyeur électrique jusqu'à dispersions complété de la prise d'essai. En fin on prendre la mesure du pH à l'aide d'une pH mètre après dissolution complète de la poudre dans l'eau distillée.

✓ Lecteur

La valeur de pH de l'échantillon est obtenue par simple lecture sur l'écran de l'appareil.



Figure 10. Détermination du pH de la matrice végétale .

III.4.3.2. Détermination de L'extrait Sec Total (EST)**✓ Principe**

La détermination de l'extrait sec total est reposée sur la dessiccation à l'étuve à 103 ± 2 °C et pesée du résidu. La matière sèche est exprimée en pourcentage en masse.

✓ Mode opératoire

On place une capsule en verre à l'étuve pendant 1h, On le sort du l'étuve après une heure et on le met dans une dessiccateur qui contient le gel de silice afin de le refroidir.

- On pèse ensuite la capsule de verre vide (M0).

- On met 5 gramme de poudre dans la capsule et on la pèse (M1).

- Après avoir pesé 5g de poudre, on fait sécher l'ensemble à l'étuve pendant 6h Ensuite, nous sortons la capsule en verre à l'étuve et la pesons à nouveau (M2) .

✓ Calcul

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

$$\text{EST \%} = \frac{\text{M2} - \text{M0}}{\text{M1}} \times 100 \quad \text{Avec } \text{M0} = \text{masse da la capsule.}$$

M1

M1 = masse de la capsule + poudre.

M2 = masse de la capsule + poudre sèche.

III.4.4. Technologie de fabrication du fromage fondu au niveau de la fromagerie FALAIT**III.4.4.1. Réception et stockage des matières premières solide et en poudre**

Deux chambres froides à 11 °C sont réservées au stockage des Matière première Solide (Cheddar, Beurre, MGLA et MG V). Un magasin à T° de 25 °C est réservé au stockage des Matière premier en poudre (PDL, lactosérum, caséine acide et présure, sels de fonte, acide citrique et sel de table).

❖ La recette du fromage au niveau de l'entreprise FALAIT

Préparation fromagère

Poudre de lait
Cheddar NZL
Eau de procès
Caséine présure
Lactosérum
Sel de fonte
Sel de tale
MGV

Fromage Fondu

Poudre de lait
Cheddar NZL
Eau de procès
Caséine présure
Lactosérum
Sel de fonte
Sel de table
MGLA

On peut dire que les étapes de préparation d'une préparation fromagère sont les mêmes que les étapes de préparation du fromage fondu, sauf que la différence se trouve dans le type de matière grasse ajoutée (différence qualitative) et les proportions des ingrédients principaux utilisés (différence quantitative), sur tout la poudre de lait et les proportions de fromage qui sont différentes de la recette originale et traditionnelle de la préparation de fromage .

III.4.4.2. Préparation de mélange**1. Pesage des matières premières en poudre**

Dans une salle équipée d'une balance à grande échelle s'effectue le pesage des différents ingrédients en poudre.

2. Broyage des matières premières solide

Cheddar, Gouda, Beurre et ou MGV, MGLA sont pesés au cours du processus de fabrication selon recette. Un Broyeur broie les différents blocs des MP en un diamètre de quelques millimètres. Les broyats circulent via un tapis à commande automatique vers le mélangeur où commence le malaxage des ingrédients broyés.

3. Mélange des matières premières en poudre et solide

Poudre du lait (PDL), Caséine acide et ou présure, lactosérum, sels de fonte (kasomel 2280, Kasomel KS), sel de table, acide citrique préalablement pesés sont mis dans une trémie aspirante qui envoie vers le mélangeur, Dans ce dernier ingrédients poudre sont mélangés avec l'eau. Une fois bien mélangé, il est envoyé en deux phases vers le mélangeur où ils rejoignent les MP solide.

III.4.4.3. Les traitements thermiques

1. Précuisions

Le mélange passe par un bac tampon ensuite il passe par l'affineur où il est affiné et précuit à 85 °C. Cette opération permet d'homogénéiser le fromage et supprimer toute grande particule. Le fromage passe ensuite vers le bac de lancement.

2. La pasteurisation

C'est un traitement thermique à 140 °C qui détruit et élimine les germes pathogènes et même la forme sporulant (la forme de résistance des bactéries à haute température) et aussi pour la conservation a longue durée et à température ambiante

C'est l'opération clé de la fabrication du fromage fondu. Elle peut être réalisée dans des installations en continu reliées à des pompes d'eau Dans les cuiseurs continus. Le mélange peut être chauffé jusqu'à 140 °C pendant 6 à 8 secondes (traitement UHT à une valeur stérilisatrice de 4 min, c'est-à-dire de pratiquer un barème de stérilisation équivalent à 4 min à 121 °C), puis refroidi et maintenu à une température comprise entre 70 et 95°C durant 4 à 15 minutes.

3. Crémage

Une fois le fromage pasteurisé il passe vers le bac de crémage ou il subit plusieurs rotations jusqu'à crémage du fromage à T=85 °C. Le crémage a une influence primordiale sur la texture finale du produit (**Luquet, 1985**).

III.4.4.4. Remplissage et conditionnement

1. Mise en boîte

Le transfert du fromage se fait par des tuyauteries en acier inoxydable alimentant des couleuses pour éviter toute contamination au conditionnement. Le fromage fondu chaud liquide est emballé dans du papier d'aluminium laqué ou des contenants en matériau plastique thermoscellable. à T de conditionnement à T > 70°C.

A la fin, le fromage fondu conditionné est assemblé automatiquement à l'aide d'emboîteuse dans des boites cylindriques de 16/24/8 portions de 240g/360g/120g.

2. Banderolage

Les boites de fromage produites encore chaude passe par la banderoleuse où la banderole est collée à l'aide d'une colle où la date de fabrication, date d'Expiration et N° de lot sont ajoutés.

3. Encartonnage et palettisation

Les boites de fromage sont rassemblées dans des caisses semi-automatiquement. Les caisses de fromage sont ensuite scotchées et mise dans une palette à raison de 70 cartons/90cartons (palettisation).

III.4.4.5. Refroidissement

Une fois le fromage conditionné, Les palettes de produits finissant orientées vers des chambres froides réglées à 4 à 6 °C où un refroidissement rapide est appliqué au fromage encore chaud pendant 12 heures afin de stopper toute interaction moléculaire dans le fromage.

III.4.4.6. Etiquetage

Les boites sont marquées par un jet d'encre qui va mentionner toutes les coordonnées de production ainsi que la date pour l'identification de la machine responsable en cas de défaut.

III.4.4.7. Stockage et commercialisation

Les palettes de fromage sont ensuite orientées vers une deuxième chambre froide à 10 à 15 °C où se fait le stockage du produit fini jusqu'à sa commercialisation.

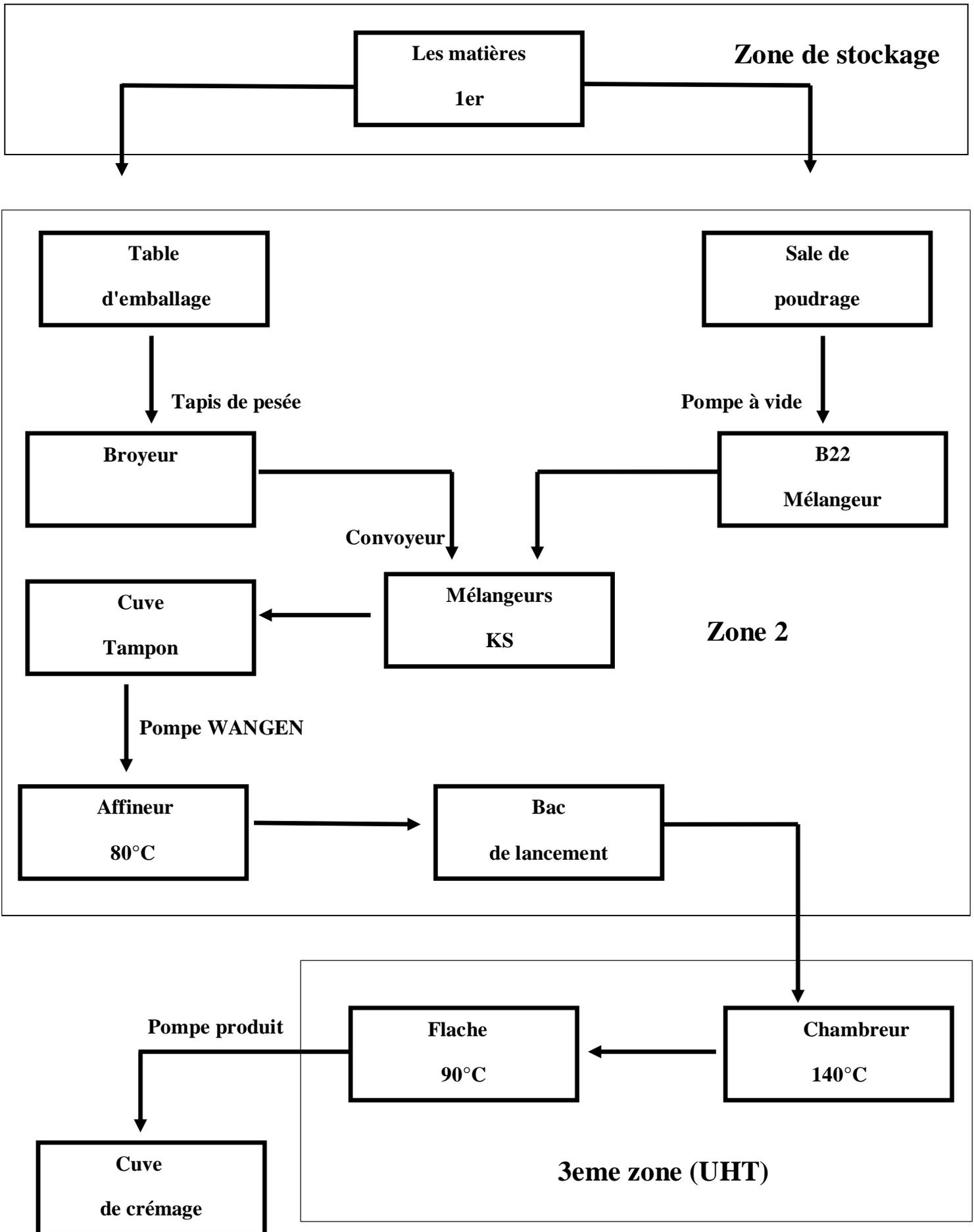


Figure 11. Organigramme de production du fromage fondu au niveau de l'unité FALAIT.

III.4.5. Essais d'incorporation des graines de pin d'Alep dans le fromage *Tartino* et *Cheezy*

L'ensemble des travaux de cette partie est effectué au niveau de laboratoire du contrôle de qualité de l'unité FALAIT

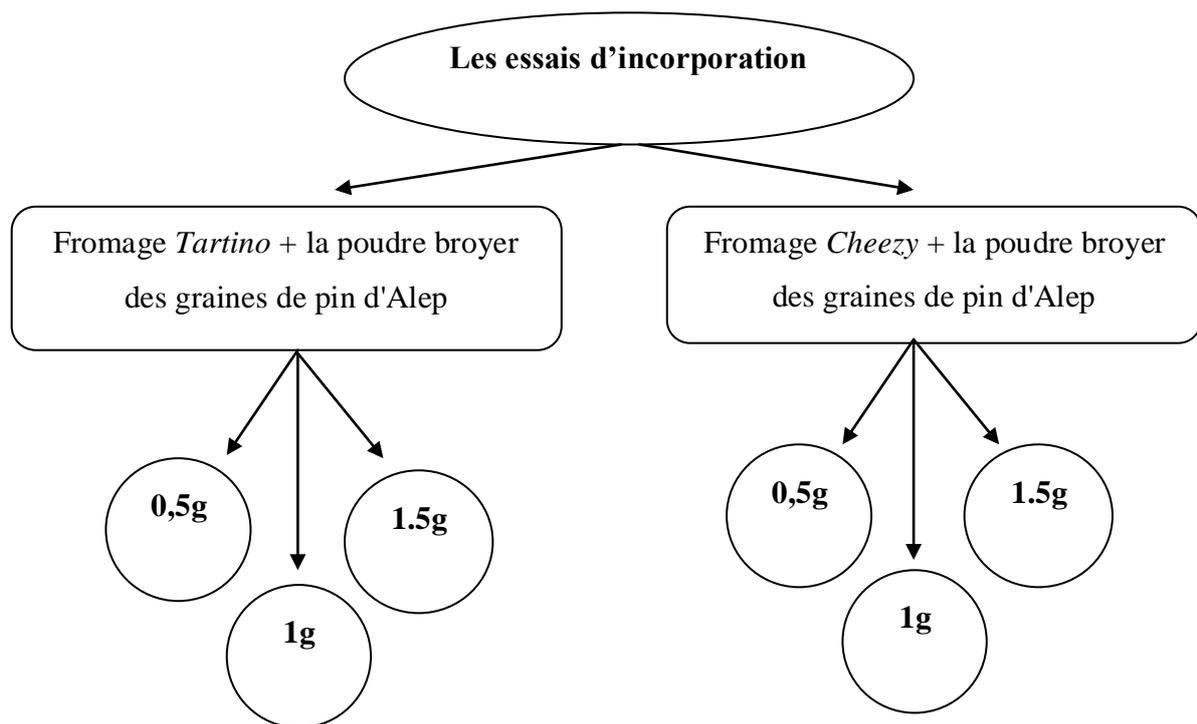


Figure 12. Schéma de l'incorporation des graines de pin d'Alep.

Les essais ont été réalisés en triple et les étapes d'incorporation sont illustrées dans la figure 13.



Figure 13. Ensemble des photos originales de l'incorporation des grains de pin d'Alep dans les fromages *Cheezy* et *Tartino*.

III.4.5.1. Détermination de l'effet de l'incorporation de la poudre des graines de pin d'Alep

III.4.5.1.1. Analyses microbiologiques des fromage *Tartino* et *Cheezy*

Les produits alimentaires transformés peuvent contenir certains microorganismes nuisibles pour leur qualité (modification de la valeur d'usage) et pour la santé du consommateur (risque sanitaire lié à la présence de germe pathogène ou de leurs toxines) (Multon, 1994).

Le contrôle microbiologique permet de garantir la sécurité et la salubrité des aliments, au moins de détecter des microorganismes s'ils sont présents dans les produits finis avant leur commercialisation. L'analyse microbiologique de ce type de produit est indispensable pour

garantir la bonne qualité hygiénique et assurer donc la sécurité des consommateurs (**Multon, 1994**).

1. Préparation des dilutions

Sous une hôte, les boîtes de fromage (*Cheezy* et *Tartino*) ont été désinfectées par l'alcool dans un sac stomacher et à l'aide d'un couteau stérile un fragment d'environ 10 g de fromage sont pesés et dilué dans 90 ml de l'eau physiologique, puis homogénéisé dans un Bac mixeur pour avoir la solution mère homogène (**Joffin et Joffin, 2010**).

2. Recherche et dénombrement des germes

Les germes recherchés sont : Les Entérocoques, *Staphylococcus* à coagulase (+), *Clostridium Sulfito-Réducteurs* (CSR), levures et moisissures, Flore Aérobie Mésophile Total (FAMT), *E.coli* et *Salmonelles*. C'est les mêmes méthodes utilisées dans l'analyse microbiologique de la matrice végétale, les méthodes sont décrites en détail dans la section III.4.2.1

3. Teste de Conservation à 37 C°

Les fromages sont des aliments délicats vivant qui nécessite un soin particulier pour être conservé dans de bonnes conditions, ils constituent un milieu favorable pour le développement de divers micro-organismes.

Certains de ces microorganismes vont uniquement affecter les qualités organoleptiques des produits alors que d'autres peuvent être dangereux pour la santé humaine (souches entérotoxiques, d'*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria*, *Staphylococcus aureus*).

✓ Mode d'opérateur

Six pots stérile de fromage *Tartino* et *Cheezy* sont mise dans. Dans une salle de conservation à une température de 37 °C, afin d'étudier la conservation du fromage et le développement des germes au cour de cette température.

✓ Lecteur

La lecteur se fait chaque 7 jour à partir du jour de conservation (J0 , J7 , J21 , J30). et considérée comme une pots positive celui qui présent des indications sur le développement de micro-organismes.

III.4.5.1.2. Les analyse physico-chimique de fromage *Tartino* et *Cheezy*

1. Détermination du pH

La même méthode utilisée dans l'analyse microbiologique de la matrice végétale, la méthode est décrite en détail dans la section **III.4.3.1**

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

✓ Principe

Le principe de cette méthode est reposée sur la dessiccation par l'évaporation d'une quantité déterminée de fromage fondu. La matière sèche est exprimée en pourcentage en masse. Cette expérience est réalisée à l'aide d'un dessiccateur, ce dernier est équipé d'une balance (**JORA, 2014**).

✓ Mode opératoire

Une coupelle en aluminium est placée sur la balance qui se trouve à l'intérieure de la chambre chaude du dessiccateur, par la suite 2g de fromage est mis puis étalé d'une façon homogène sur tout la coupelle d'aluminium préalablement pesée, puis on placée dans l'appareille, et fermé Le couvercle du dessiccateur (figure 14).

✓ Expression des résultats

Après quelques minutes, Le résultat obtenu après évaporation de l'eau du produit. La valeur de l'extrait sec est affichée sur l'écran de l'appareil sous forme de pourcentage de la masse de matière sèche par rapport au total



Figure 14. Détermination du l'extrait sec Total de produit fini.

3. Détermination du taux de la matière grasse (MG)

✓ Principe

Déterminer par la méthode Gerber, elle est basée sur la dissociation des protéines du fromage par l'addition de l'acide sulfurique et séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre de Van – Gulik, la séparation étant favorisée par l'addition d'une quantité d'alcool iso amylique (JORA, 2014).

✓ Mode opératoire

- On va peser 3g de fromage dans le godet en verre perforé, ce dernier est placé dans un butyromètre à fromage, on ferme le col du butyromètre et on ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à l'immersion totale du godet de faire dissoudre les protéine du fromage. On va palier l'ensemble dans un bain marie à 65 °C jusqu'à dissolution totale du fromage.
- Par la suite, on va ajouter 1 mL d'alcool iso amylique, à l'échantillon, le volume est complété par l'acide sulfurique jusqu'au trait du 35 mL de l'échelle du butyromètre ensuite on mise les échantillons dans un bain marie pendant 5 min .
- Enfin on va le placer immédiatement dans la centrifugeuse pendant 10 minutes

✓ Expression des résultats

Le résultat est lu directement sur les graduations du butyromètre gradué verticalement et la teneur en matière grasse est exprimée en pourcentage (Figure 15) .



Figure 15. Détermination du taux de la Matière Grasse de produit fini.

III.4.5.1.3. Teste de dégustation

Cette partie a été réalisée au niveau de notre faculté de Bouira et au niveau de laboratoire du contrôle qualité de l'unité FALAIT. Elle comporte des dégustateurs accompagnés d'un questionnaire comportant des informations sur le dégustateur (**Stone et al., 2004**).

1. Le panel

Le panel est constitué de 50 personnes de sexes masculin et féminin, de l'unité FALAIT et étudiants de notre faculté de science de la nature et de la vie à Bouira .

2. L'épreuve

Le test que nous avons effectué est basé sur un certain nombre de remarques notées sur une fiche de dégustation proposée aux dégustateurs (Annexe N°03). Il s'agit de présenter aux dégustateurs six échantillons de fromages codés comme suit :

Fromage 1 : Fromage Tartino incorporé avec 0.5g de poudre de pin d'Alep.

Fromage 2 : Fromage Tartino incorporé avec 1g de poudre de pin d'Alep.

Fromage 3 : Fromage Tartino incorporé avec 1.5g de poudre de pin d'Alep.

Fromage 4 : Fromage Cheezy incorporé avec 0.5g de poudre de pin d'Alep.

Fromage 5 : Fromage Cheezy incorporé avec 1g de poudre de pin d'Alep.

Fromage 6 : Fromage Cheezy incorporé avec 1.5g de poudre de pin d'Alep.

3. Le questionnaire

Il est demandé aux dégustateurs de remplir un questionnaire fourni en (Annexe N°03) en se basant sur Les propriétés organoleptiques évaluées, l'apparence, la texture, l'odeur, la couleur, le goût, l'arrière-goût, et l'aspect des six fromages (**Bauer et al., 2010**).

Remarque

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

Chapitre IV

Résultats et Discussion

IV.1. Résultat d'analyse de la matrice végétal

IV.1.1. Résultats des analyses physico-chimiques

L'utilisation des graines de pin d'Alep comme ingrédient dans la fabrication d'un fromage nécessite, au préalable une étude physicochimique détaillée. La connaissance de cette caractéristique est nécessaire pour la suite des essais de fabrication d'un fromage fondu enrichis avec les graines de pin d'Alep.

Tableau XVI. Résultat d'analyses physico-chimiques de la matrice végétal.

Paramètre physico-chimiques	pH	EST (%)
Matrice végétal	6.34± 0.01	95.85

La valeur de la mesure du pH et de l'extrait sec total pour les graines de pin d'Alep est illustrée dans le tableau XVI. Les résultats relatifs aux analyses physico-chimiques montrent que :

- ✓ La valeur du pH de la poudre des grains de pin d'Alep est de 6.34.
- ✓ La valeur de l'extrait sec total de la poudre est 95,85% .

On remarque que la valeur du pH est une valeur acide et cela est dû à la richesse des graines de pin d'Alep en acides saturés et insaturés. où la teneur en acide linoléique des graines de pin d'Alep atteint un pourcentage de 48% (**Cheikh Rouhou *et al.*, 2006**).

Par ailleurs et d'après les résultats de tableau XVI, la poudre renferme un taux en matière sèche élevée estimé à 95.85 %. Nos résultats sont comparables à plusieurs études qui ont révélé la présence, de grandes quantités de métabolites primaires (vitamines, lipides, protéine) localisés dans les différentes parties des grains de pin d'Alep.

Les valeurs de pH et l'extrait sec total obtenus dans notre travail sont des valeurs acceptables ce qui montre que la matrice végétale utilisée est de bonne qualité physico-chimique.

IV.1.2 Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats obtenus du contrôle de qualité microbiologique de la matrice végétale sont présentés dans le tableau XVII :

Germes recherchée	Grain de pin d'Alep	Normes (UFC/ml)
Entérocoques	Absence	30
<i>Staphylococcus</i> à coagulase (+)	Absence	10² - 10³
<i>Clostridium</i> Sulfito-Réducteurs (CSR)	Absence	01
Spores Anaérobies Gazogènes (SAG)	Absence	Méthode interne
Flore Mésophile Aérobie Total (FMAT)	Présence	30
<i>Escherichia coli</i> (<i>E.Coli</i>)	Absence	10² - 10³
Levures et moisissures	Absence	01
<i>Salmonelles</i>	Absence	Absence dans 25g

Tableaux XVII. Résultat microbiologique da la matrice végétal.

Les résultats d'analyse microbiologiques de la matrice végétal résumés dans le tableau XVII montrent que les graines de pin d'Alep utilisées pour la fabrication du nos fromage, montrent l'absence total de tous les germes recherchée, ce qui assure la garantie hygiénique.

Sauf les germes FMAT, où on enregistre un nombre important des FMAT (figure 16) .Cette présence pourrait être la conséquence de la négligence des mesures d'hygiène au niveau des matériels ou due au personnel dans le laboratoire de microbiologie au niveau de l'unité FALAIT où s'est déroulée l'analyse microbiologique des graines de pin d'Alep .



Figure 16. Résultat d'analyses microbiologiques de la matrice végétal.

Cependant, la présence de ce germe n'affecte pas la poudre de pin d'Alep ni le consommateur car c'est un germe de mauvaise hygiène, et pour cela on peut dire que notre poudre utilisable et conforme aux normes, ce qui témoigne de la bonne qualité de la matrice végétal (Elsamani *et al.*, 2014).

VI.2. Résultat d'analyses produit fini

VI.2.1. Résultat des analyses microbiologiques du fromage *Tartino* et *Cheezy*

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

Objectif des analyses microbiologiques permettent de vérifier que notre produit fini ne présente aucun risque pour la santé du consommateur, en tenant compte des conditions de sa conservation et de ses caractéristiques spécifiques. Il convient donc d'assurer par des tests microbiologiques, que le produit va être sain et de bonne qualité marchande tout au long de sa durée de vie. Les résultats des analyses microbiologiques des différents échantillons exprimés en UFC/ml, sont représentés dans le tableau XVIII.

Tableaux XVIII. Résultats d'analyses microbiologiques des six échantillons de fromage élaboré.

Germes recherché	Échantillons						Norme de l'unité (UFC/ml)
	Tar 1	Tar 2	Tar 3	Chez 1	Chez 2	Chez 3	
Entérocoques	-	-	-	-	-	-	30
Staphylococcus a coagulase (+)	-	-	-	-	-	-	$10^2 - 10^3$
<i>Clostridium Sulfito-</i> <i>Réducteur</i>	-	-	-	-	-	-	01

Levures et moisissures	-	-	-	-	-	-	01
Flore Mésophile Aérobie	+	+	+	+	+	+	30
Total							
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-	-	10² - 10³
<i>Salmonelles</i>	-	-	-	-	-	-	Absence dans 25g
Interprétation	Qualité microbiologique satisfaisante						

(-) Signifie absence (+) Signifie présence

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

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur les six échantillons des fromages analysés indiquent l'absence totale de toute origine de contamination par les entérocoques, *Staphylococcus* à coagulase (+), *Clostridium sulfito-réducteurs*, levures et moisissures, *E.coli* et *Salmonelle* (tableau XVIII) ce qui démontrent le respect de toutes les conditions de manipulation et de sécurité hygiéniques durant le travail et aussi sa conformité aux normes établies par l'entreprise FALAIT.

➤ La recherche de Flore Mésophile Aérobie Total (FMAT)

Les résultats microbiologiques obtenus montrent une présence considérable de la flore mésophile aérobie totale dans tous les six échantillons des fromages analysés (Figure 17).



Figure 17. Résultat d'analyses microbiologiques de produit fini.

Dans lequel, la présence de FMAT dans le produit fini est peut être due aux causes suivantes :

- Soit une contamination par l'atmosphère de l'atelier vu que le produit est sans couvercle dès sa sortie du pétrin et lors du conditionnement.
- Soit due à une insuffisance ou une inefficacité du nettoyage et de la désinfection des machines tels que le broyeur et le mélangeur.
- Soit due à un mauvais prélèvement, mauvaise manipulation ou une contamination par le personnel (**Guiraud et Galzy , 1980**).

Et pour cela, la présence de la flore mésophile aérobie dans le produit fini , n'affecte pas sa valeur nutritionnelle. Ils ont considéré comme des germes non pathogène pour le consommateur issue des mauvaises conditions d'hygiène jusqu'à la conservation du produit.

Donc notre produit fini est de qualité microbiologique satisfaisante et ne présentent aucun risque pour la santé du consommateur, car ils ne contiennent aucun germe pathogène responsable d'intoxication ou toxi-infection alimentaire (**Bourgeois et al., 1996**).

VI.2.1.1. Contrôle de la stabilité microbiologique du produit fini au cours de la conservation à 37 °C

La qualité d'un fromage n'est pas seulement évaluée sur la base de sa composition intrinsèque au moment de sa fabrication ou à la sortie de la fromagerie, mais aussi sur sa capacité à être stable dans sa composition et ses qualités organoleptiques pendant une certaine durée de conservation (Coulon *et al.*, 2005).

Les résultats de l'évaluation bactériologique des fromages *Cheezy* et *Tartino* durant la conservation à 37 °C sont présentés dans le tableau XIX.

Tableau XIX. Etude de l'évolution bactériologique des produits finis lors de la conservation à 37°C.

Échantillon	Jour	Résultat			
		Odeur aigre	Changement de couleur	Suintement	Dégagement de Gaz
Tar 1	0	-	-	-	-
	7	-	-	-	-
	14	+	+	-	-
Tar 2	0	-	-	-	-
	7	-	-	-	-
	14	+	+	+	-
Tar 3	0	-	-	-	-
	7	-	-	-	-
	14	+	+	+	+
Chez 1	0	-	-	-	-
	7	-	-	-	-
	14	+	+	-	-
Chez 2	0	-	-	-	-
	7	-	-	-	-
	14	+	+	+	-
Chez 3	0	-	-	-	-
	7	-	-	-	-
	14	+	+	+	+

(-) Signifie absence

(+) Signifie présence

L'évaluation bactériologique est très importante pour l'estimation aussi bien de la qualité des produits obtenus mais aussi de la réussite et de l'efficacité du mode de conservation.

Les produits laitiers sont des aliment très favorables au développement des microorganismes grâce à leur richesse en lait. Et pour cette raison nous avons étudié la stabilité du fromage *Cheezy* et *Tartino* pendant une durée de conservation a 37° (tableau XIX)

D'après les résultats du tableau XIX et après 7 jours de conservation à 37°C, on note l'absence totale des microorganismes qui permet de déduire la salubrité du fromage fabriqué à l'unité FALAIT. Après 14 jour de conservation a 37 °C On note la présence total des microorganismes, qu'ils est dû au développement des microorganisme qui étaient déjà dans le produit fini, cette présence a été remarquée par plusieurs indicateurs, ce qui était remarquablement après une certaine période de conservation à 37 °C :

Où il a été remarqué une odeur aigre et changement de couleur (couleur jaune) Pour les six échantillons de fromage *Tartino* et *Cheezy* à différentes concentrations (0.5g , 1g , 1.5g) en graines de pin d'Alep . En plus, un suintement, dans tous les échantillons de fromage *Tartino* et *Cheezy* à concentration (1g et 1,5g) en graines de pin d'Alep (figure 18). Ainsi que, un dégagement de gaz seulement à concentration 1.5g en graines de pin d'Alep des échantillon *Tartino* et *Cheezy*. Nos résultats son comparable à ceux de **Eck et Gillis, (1997)** qui remarque que les fromages fondus restent des aliments à forte concentration en micro-organismes (Figure 18).



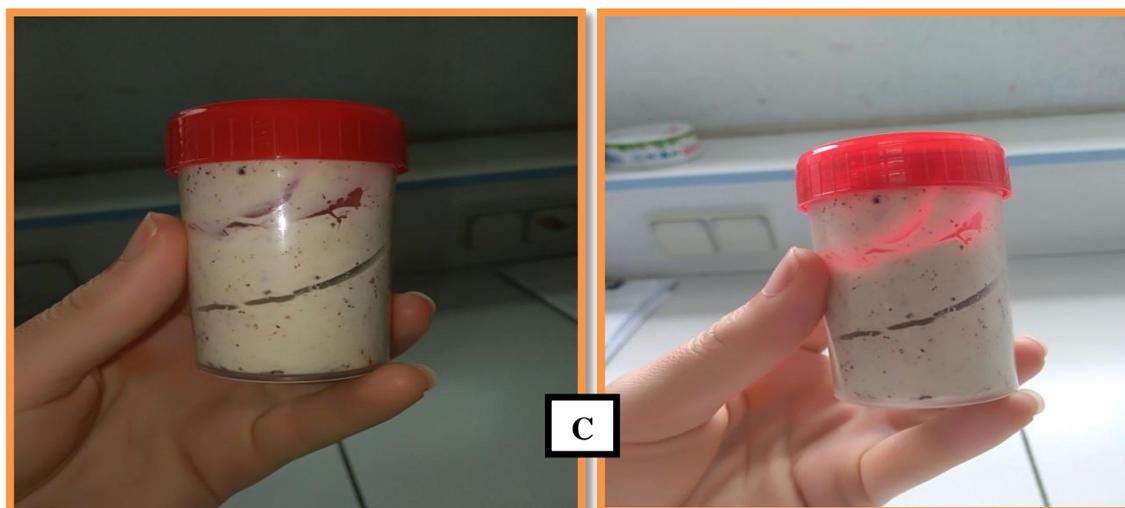


Figure 18. Résultat de conservation du produit fini à 37°C (A) Changement de couleur (B) Suintement (C) Dégagement de gaz.

probabilité d'apparition de ces micro-organismes est due à leur présence dans le pin d'Alep en premier.

VI.2.2. Résultat des analyses physico-chimiques de fromage *Tartino* et *Chezzy*

La qualité d'un fromage fondu est généralement liée à ses propriétés physicochimiques. Les résultats des analyses de pH, extrait sec et matière grasse des échantillons du fromages étudiés sont présentés dans le tableaux XX :

Tableaux XX. Résultats d'analyses physico-chimiques des six échantillons de fromage élaboré.

Paramètres	Echantillon						Norme de l'unité
	Tar 1	Tar 2	Tar 3	Chez 1	Chez 2	Chez 3	
Ph	5.61± 0.01	5.61± 0.01	5.61± 0.01	5.69± 0.01	5.69± 0.01	5.69± 0.01	5,60 - 5,85
EST%	42.24	43.90	44.61	44.31	44.34	44.42	40-41% min
MG%	19	19	19.5	21	21.5	22.5	18-23%

IV.2.2.1. Suivi du pH

Le pH est un paramètre important pour le contrôle de la qualité des produits laitiers, c'est un critère de classification et a un rôle limitant dans la conservation. Le pH du fromage " *Cheezy* " et " *Tartino* " a été mesuré et les résultats obtenus sont représentés dans la figure 19.

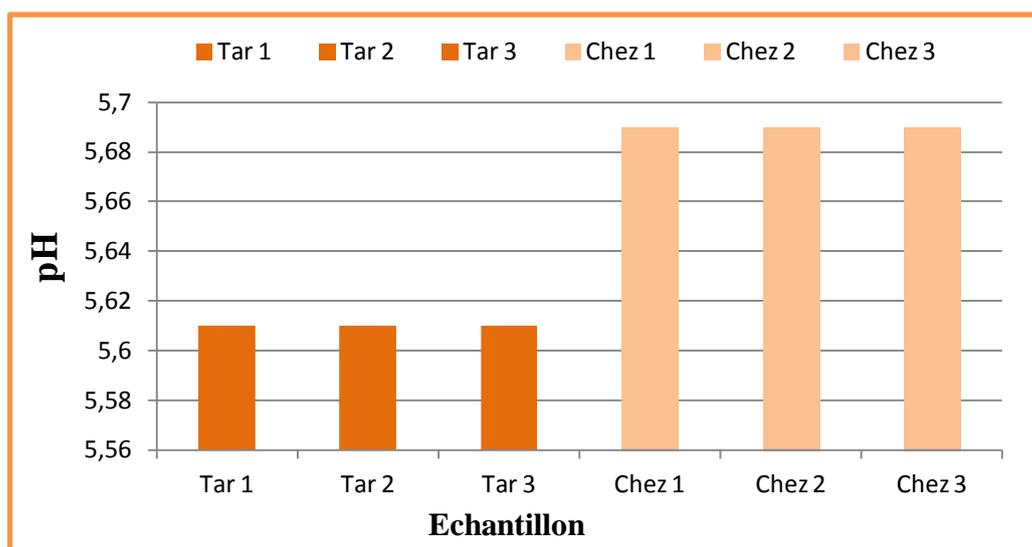


Figure 20. Représentation graphique des valeurs du pH mesurées des différents échantillons du fromage *Cheezy* et *Tartino*.

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

A partir d'histogramme nous remarquons que le pH de chacun des fromages *Cheezy* et *Tartino* était constant dans toutes les concentrations en grain de pin d'Alep, où nous avons enregistré pH = 5,69 pour les trois échantillons de fromage « *Cheezy* », et pH = 5,61 pour les trois échantillons reste de fromage « *Tartino* » .

L'incidence du pH sur la texture des fromages fondus est exprimée par les caractéristiques de la pâte du fromage. Un pH de 5,90 à 6,20 donne une pâte liée, trop humide, collante, au goût légèrement savonneux, avec une faible aptitude à la conservation. Alors qu'un pH de 5,60 à 5,80 donne une pâte homogène, courte, onctueuse, facilement tartinable (Boutonnier, 2000).

Les résultats présentés sur le tableau XX et la figure 19 montrent que les valeurs du pH des six échantillons de fromage *Tartino* et *Cheezy*, sont conformes en norme internes de l'entreprise FALAIT, et correspond également avec la fourchette préconisée par la norme Algérienne, qui varie de 5,60 à 5,85. ce qui donne une pâte homogène, courte, onctueuse et facilement tartinable (JORA, 1998).

IV.2.2.2. Détermination de l'extrait sec total (EST)

L'extrait sec représente la fraction des solides contenant les différents éléments responsables à la fois des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles des produits enrichis. L'évolution du taux d'extrait sec total des échantillons étudiés de fromage "*Cheezy*" et "*Tartino*" sont illustrés dans la figure 20.

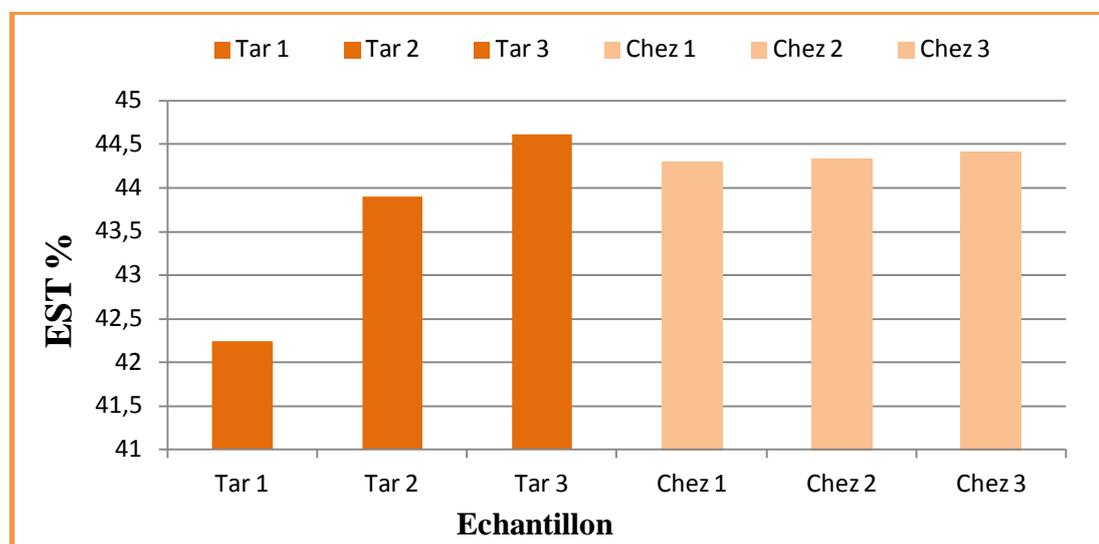


Figure 20. Représentation graphique des valeurs de l'extrait sec total mesurées des différents échantillons du fromage *Cheezy* et *Tartino*.

Le taux d'extrait sec dans un fromage fondu est l'ensemble de ses constituants solides qui restent après déshydrations complète : protéines, lipides et sels minéraux (Lapoint, 2002). Par ailleurs, 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 (cheddar, poudre de lait...) mise en œuvre dans la formulation du fromage fondu (Eck et Gillis, 1997).

D'après l'histogramme, on note que les EST de fromage élaboré augmentent graduellement. Les valeurs de L'extrait sec total est de l'ordre de 42,24 % pour le fromage *Tartino* à concentration 0.5g de graines de pin d'Alep , jusqu'à 44.61% pour le fromage *Tartino* à concentration 1.5g de graines de pin d'Alep , et de 44.31% pour le fromage *Cheezy*

à concentration 0.5g de graines de pin d'Alep, jusqu'à 44.42% pour le fromage *Cheezy* à concentration 1.5g de graines de pin d'Alep .

Il est clair que cette augmentation dépend de concentration de pin d'Alep ajoutée et de la qualité de la poudre. Ce qui explique probablement l'augmentation de leur teneur en matière sèche. Ces résultats révèlent que le fromage enrichi avec les graines de pin d'Alep qui elle semble beaucoup plus riche en matières nutritives .Nos résultats son comparable à ceux de **Djali et Hamadi (2017)**, du fromage enrichi en poudre d'Armoise, qui remarque l'augmentation du taux d'extrait sec total avec la concentration.

Nos résultats obtenus pour l'extrait sec total sont conformes à la norme exigée par l'entreprise FALAIT, qui doivent être entre 40 et 41% minimum (tableau XX), et correspond avec celle exigée par la norme Algérienne dans le cadre de contrôle qualité des fromages fondu qui est de 40% au minimum, qui pourrait être dû à la bonne qualité de la matière première utilisée et le respect du processus de fabrication, ce qui montre que le produit fini fabriqué est de bonne qualité nutritive.

IV.2.2.3. Détermination du taux de la matière grasse (MG)

Le taux de la matière grasse des six échantillons étudiés de fromage "*Tartino*" et "*Cheezy*" sont illustrés dans la figure 21.

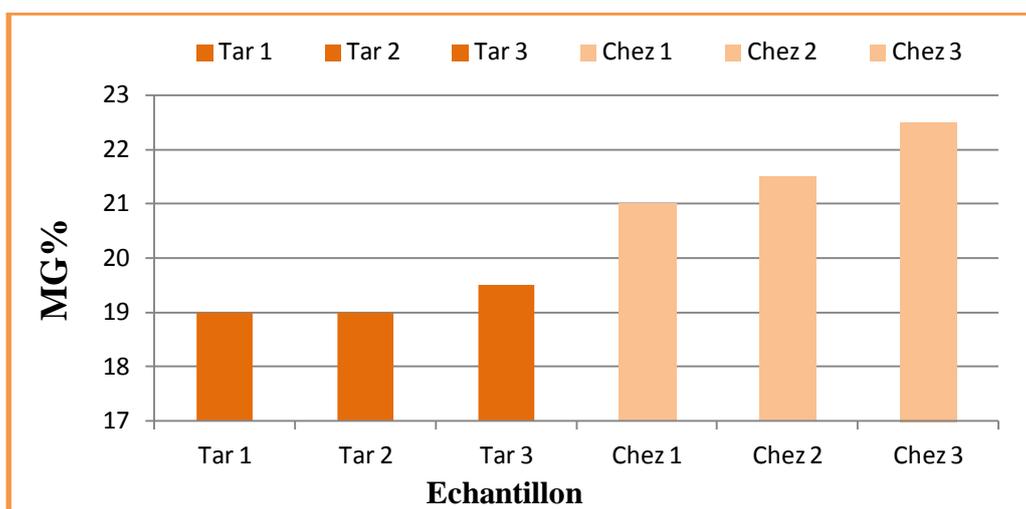


Figure 21. Représentation graphique des valeurs de matière grasse mesurées des différents échantillons du fromage *Cheezy* et *Tartino*.

La matière grasse joue un rôle essentiel dans la texture du fromage et lui confère sa saveur et son caractère particulier. Elle contribue aussi à prolonger sa durée de conservation (**Cavalcante, 1995**). D'après Gelais, la matière grasse transporte de composés aromatiques liposolubles d'où sa contribution à la qualité sensorielle du fromage (**Gelais et al., 2002**).

D'après l'histogramme, on remarque que le taux de la matière grasse des six échantillons analysé de fromage *Tartino* et *Cheezy* augmentent graduellement, où la teneur en matières grasses variait pour chacun des deux fromages entre 19 pour le fromage *Tartino* à concentration 0.5g de graines de pin d'Alep jusqu'à 19.5 pour le fromage *Tartino* à concentration 1.5 g de graines de pin d'Alep et 21 pour le fromage *Cheezy* de concentration 0.5 de graines de pin d'Alep jusqu'à 22.5 pour le fromage *Cheezy* de concentration 1.5g de graines de pin d'Alep. Où il y avait une forte augmentation pour le fromage *Cheezy* par rapport au fromage *Tartino*, cette différence est due à la différence de la teneur en matière grasse des matières premières utilisées dans les fromages analysé, où la matière grasse végétale a été utilisée dans la fabrication du fromage *Cheezy* et c'est un composant riche en matière grasse par rapport à la matière grasse animale utilisée dans le fromage *Tartino* (**Kumar, 2012**).

A travers les résultats obtenus, nous concluons que plus la concentration en graines de pin d'Alep est élevée, plus la teneur en matières grasses est élevée et ce pour les deux fromages analysé *Cheezy* et *Tartino*. Cette augmentation peuvent être expliqués par la quantité de matière grasse que contiennent ces graines de pin d'Alep. C'est ce qui a été confirmé par **Cheikh-Rouhou et al., (2006)**, sur des graines de pin d'Alep avec une teneur de 43.3% de lipide. Ces résultats révèlent que le fromage enrichis avec les graines de pin d'Alep elle semble beaucoup plus riche en matières grasse.

Toutefois, il faut signaler que ces valeurs sont conformes aux normes internes fixées par l'entreprise FALAIT qui doit être entre 18 et 23%.

En conclusion, On peut dire que L'ensemble des résultats obtenus : pH, EST, et MG montrent la conformité aux normes internes de l'entreprise FALAIT, grâce à la maîtrise du processus de la fabrication et la bonne surveillance durant toutes les étapes de la production et donc notre produit fini est de bonnes qualités physico-chimiques.

VI.2.3. Résultats d'analyses sensorielles

L'analyse sensorielle des six échantillons de fromages préparés à différentes concentrations de poudre de graines de pin d'Alep a été réalisée sur une population de 50 testeurs (étudiants et des experts en analyse de la flaveur des produits alimentaires de la laiterie FALAIT)(figure 22). Les pourcentages d'appréciation divergente ont été obtenus pour les différents attributs sensoriels pour les 2 types de fromage testés.



Figure 22. Photographie illustrant la dégustation des fromages préparés au niveau de notre faculté.

Ces résultats sont présentés dans les Figures et les Tableaux ci-dessous qui rassemblent les profils sensoriels des six échantillons de fromages préparés à différentes concentrations de graines de pin d'Alep. **Tartino** : (Fromage 1 : 0.5g , Fromage 2 : 01g , Fromage 3 : 1.5g) . **Chezy** : (Fromage 4 : 0.5g , Fromage 5 : 01g , Fromage 6 : 1.5g) avec différents attributs sensoriels qu'ils sont :

- La couleur
- L'odeur
- Le goût
- La texture
- L'arrière-goût
- Le choix préférentiel

VI.2.3.1. La couleur

Les résultats d'appréciation de la couleur des six échantillons de fromage *Tartino* et *Cheezy* sont présentés sous formes de pourcentage dans le Tableau XXI et illustrés dans la figure 23.

Tableau XXI. Les résultats de test hédonique de fromage *Cheezy* et *Tartino* selon la couleur .

Paramètres sensoriels	Echantillon	Le code d'échantillon	Blanche	Beige	Marron vif	Marron
La couleur	<i>Tartino</i>	Fromage 1	04%	96%	0%	0%
		Fromage 2	0%	10%	90%	0%
		Fromage 3	0%	0%	06%	94%
	<i>Cheezy</i>	Fromage 4	98%	2%	0%	0%
		Fromage 5	0%	60%	40%	0%
		Fromage 6	0%	0%	20%	80%

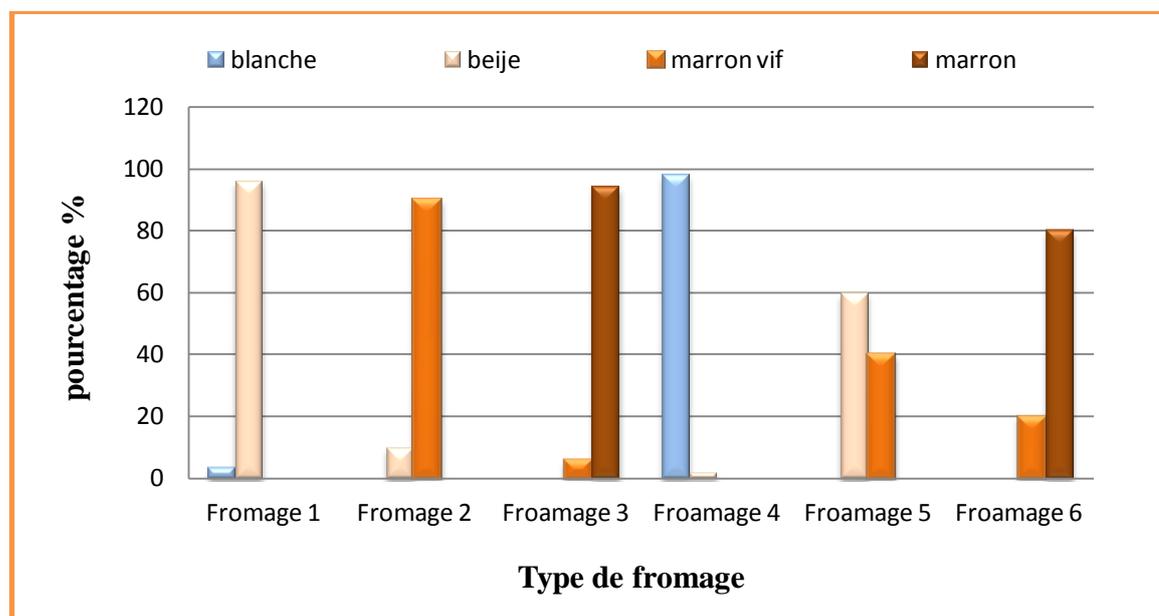


Figure 23. Résultats de l'appréciation des produits selon la couleur.

Les résultats présentés sur tableau XXI montre que 96% des dégustateurs ont classés le fromage Tar (0.5) d'une couleur beige, 90% d'une couleur marron vif de concentration Tar(01) , et le fromage Tar (1.5) d'une couleur marron. Cependant le fromage Chez (0.5) a été

classé par 98% d'une couleur blanche , 60% pour fromage Chez (01) d'une couleur beige ,et 80% pour le fromage Chez (1.5).

D'après la figure 23 l'étude sensorielle a montré l'existence de différence notable liée à l'attribut couleur. Les dégustateurs ont constatés que la couleur de plus en plus foncé selon la l'augmentation de la concentration de la poudre de graines de pin d'Alep ajoutée, et devient plus claire proche a la couleur naturelle de fromage quant la concentration est diminuée.

Une étude a été effectuée par **Boudries**, sur l'enrichissement de fromage par le romarin, les résultats révèlent que les concentrations les plus élevée ont une intensité positive très importante pour la couleur (**Boudries, 2018**).

VI.2.3.2. L'odeur

Les résultats d'appréciation de l'odeur des six échantillons de fromage *Cheezy* et *Tartino* sont présentés sous formes de pourcentage dans le tableau XXII et illustrés dans la figure 24.

Tableau XXII. Les résultats de test hédonique de fromage *Tartino* et *Cheezy* sur l'odeur .

Paramètres sensoriels	Echantillon	Le code d'échantillon	Absente	Faible	moyenne	Forte	Très forte
L'odeur	<i>Tartino</i>	Fromage 1	55%	38%	07%	00%	00%
		Fromage 2	02%	10%	33%	50%	05%
		Fromage 3	00%	00%	00%	10%	90%
	<i>Cheezy</i>	Fromage 4	50%	26%	18%	04%	02%
		Fromage 5	00%	04%	22%	60%	14%
		Fromage 6	00%	00%	02%	23%	77%

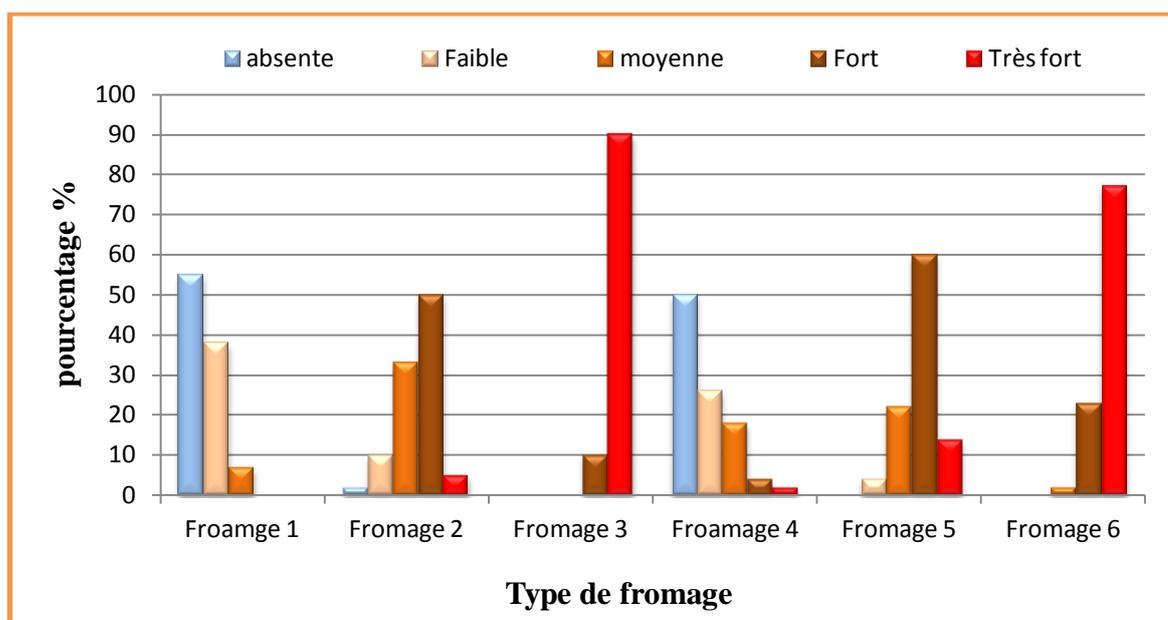


Figure 24. Résultats de l'odeur de nos échantillons.

Les résultats présentés sur Le tableau XXII et la figure 24 montre que l'attribut sensoriel «odeur très fort» pour les deux fromages 3 et 6 (*Tartino* à concentration 1.5g de graines de pin d'Alep et *Cheezy* 1.5g de graines de pin d'Alep), ont obtenus le pourcentage d'appréciation le plus élevé par les dégustateurs. Alors que l'attribut sensoriel (odeur) est très faible dans les échantillons du fromage 1 et 4 et jugé moyen pour le fromage 2 et 5.

VI.2.3.3. Le goût

Les résultats d'appréciation de goût des six échantillons de fromage *Cheezy* et *Tartino* sont présentés sous formes de pourcentage dans le tableau XXIII et illustrés dans la figure 25

Tableau XXIII. Les résultats de test hédonique de fromage *Tartino* et *Cheezy* sur le goût.

Paramètres sensoriels	Echantillon	Le code d'échantillon	Acide	Salé	Sucré	Amère
Le goût	<i>Tartino</i>	Fromage 1	25%	70%	05%	0%
		Fromage 2	22%	67%	07%	04%
		Fromage 3	20%	62%	04%	14%
	<i>Cheezy</i>	Fromage 4	22%	68%	08%	02%
		Fromage 5	27%	47%	05%	21%
		Fromage 6	14%	45%	03 %	38%

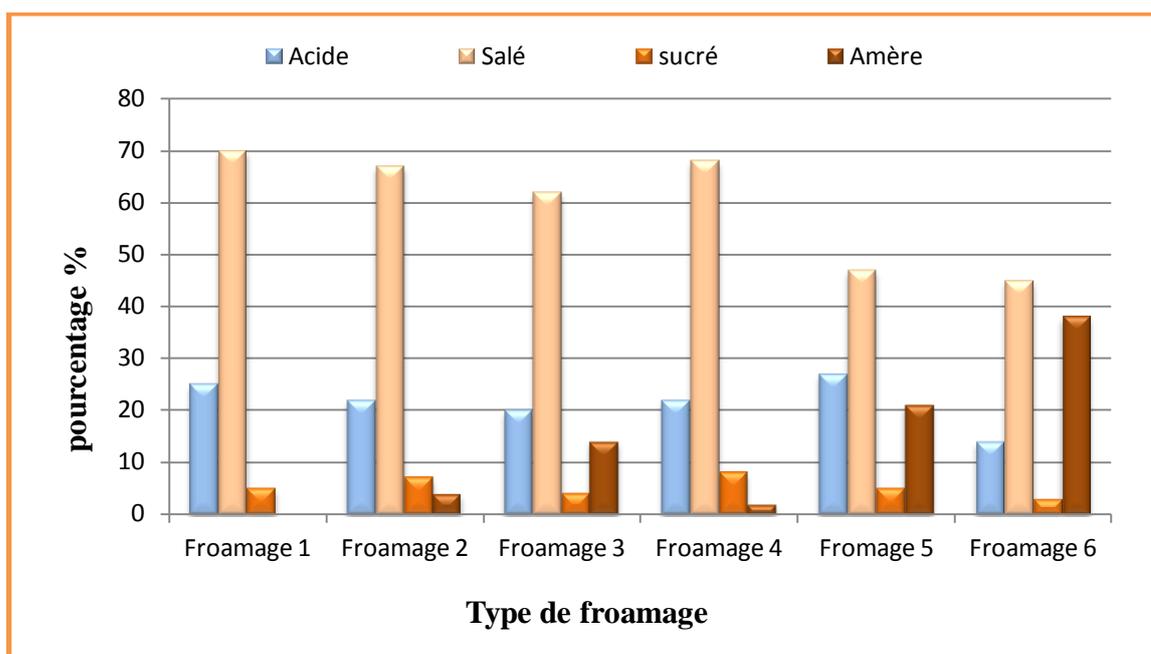


Figure 25. Résultats de goût de nos échantillons.

L’attribut sensoriel salé est classé par la plupart des dégustateurs pour les deux fromages *Tartino* et *Cheezy* avec un pourcentage qui varie entre 45% et 70%.

D’après la figure 25, nous constatons que le pourcentage du goût varié entre salé et Acide selon l’augmentation de la dose, qui est due à la richesse de graines de pin d’Alep en Acide (L’huile de pin contient également jusqu’à 5% de substances azotés, dont 90% sont les acides aminés, parmi lesquels 70% sont des amino-acides essentiels, et le goût salé est due à la présence de 0,95g de sel dans le fromage fondu (**Hombourger, 2010**).

IV.2.3.4. La texture

Les résultats d’appréciation de la texture des six échantillons de fromage *Tartino* et *Cheezy* se présenté sous formes de pourcentage dans le tableau XXIV et illustrés dans la figure 26.

Tableau XXIV. Les résultats de test hédonique de fromage *Cheezy* et *Tartino* sur la texture.

Paramètres sensoriels	Echantillon	Le code d’échantillon	Liquide	Crémeux	Onctueuse	Dure
<i>Tartino</i>		Fromage 1	00%	48%	52%	00%
		Fromage 2	00%	33%	67%	00%

La texture	Fromage 3	00%	10%	90%	00%
<i>Cheezy</i>	Fromage 4	00%	52%	48%	00%
	Fromage 5	00%	40%	60%	00%
	Fromage 6	00%	32%	68%	00%

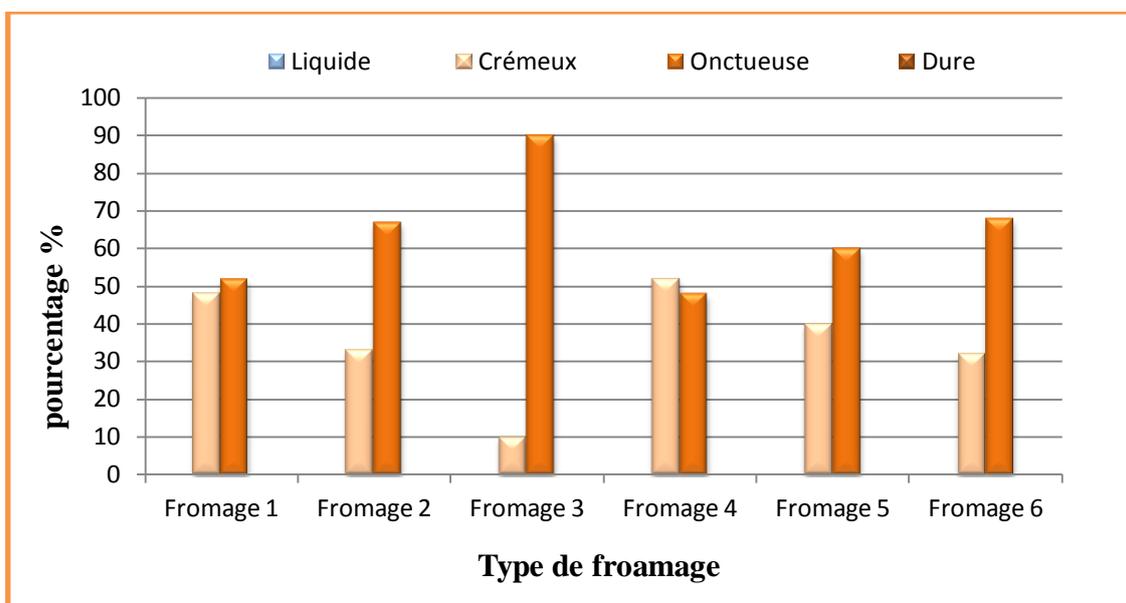


Figure 26. Résultats de la texture de nos échantillons.

D'après la figure 26 on remarquant que la texture crémeuse changée vers une texture onctueuse et le pourcentage augment selon les doses ajoutées.

L'histogramme montre la variété du texture de nos échantillons. On constate que l'aspect Onctueuse représente un pourcentage important qui augmente avec l'augmentation de la concentration des graines de pin d'Alep et se transforme en graisses à des taux élevés variant entre 48% et 90% a cause d'huile essentielle présente dans les graines de pin d'Alep. On constate aussi l'absence de l'aspect liquide et dure dans tous les types de fromage.

IV.2.3.5. Arrière-goût

Les résultats d'appréciation de l'arrière-goût des six échantillons de fromage *Tartino* et *Cheezy* sont présentés sous formes de pourcentage dans le tableau XXV et illustrés dans la figure 27.

Tableau XXV. Les résultats de test hédonique de fromage *Tartino* et *Cheezy* sur l'arrière-goût.

Paramètres sensoriels	Echantillon	Le code d'échantillon	Absent	Faible	Fort	Très fort
Arrière-goût	<i>Tartino</i>	Fromage 1	100%	00%	00%	00%
		Fromage 2	04%	24%	32%	40%
		Fromage 3	01%	04%	37%	58%
	<i>Cheezy</i>	Fromage 4	88%	12%	00%	00%
		Fromage 5	03%	08%	38%	51%
		Fromage 6	00%	00%	33%	67%

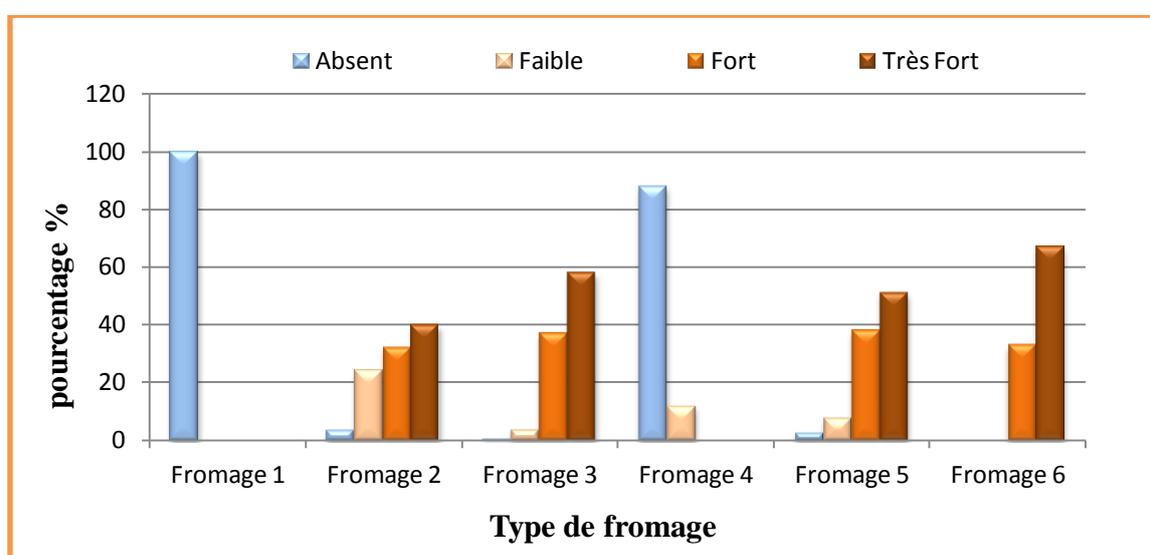


Figure 27. Résultats de l'arrière-goût de nos échantillons.

Selon la figure 27 nous constatons que les petites concentrations en graines de pin d'Alep n'ont pas vraiment influencé sur le goût de fromage. Par contre la plus grande quantité (Fromage 2 et 4) montrée une légère augmentation et le reste fromage (3 et 6) montre une grande augmentation de l'arrière-goût.

Le fromage (1) est à 100% sans arrière-goût. En outre le fromage (2 et 5) est dans des proportions différentes entre un arrière-goût absent faible et moyen avec un pourcentage varié entre (3% et 51%). Nos résultats indiquent que le fromage (6) est en contradiction sur l'arrière-goût de (67%).

IV.2.3.6. Les choix préférentiels des fromages

Les résultats des choix d'appréciation de nos six échantillons de fromage *Tartino* et *Cheezy* sont présentés dans le tableau XXVI et illustrés dans la figure 28.

Tableau XXVI. Les résultats des choix d'appréciation de test hédonique des échantillons.

La préférence	Fromage 1	Fromage 2	Fromage 3	Fromage4	Fromage 5	Fromage 6
Extrêmement agréable	70%	56%	30%	60%	26%	20%
Très agréable	28%	24%	30%	22%	14%	16%
Agréable	02%	20%	16%	18%	23%	24%
Assez agréable	00%	00%	14%	00%	17%	28%
Ni agréable ni désagréable	00%	00%	10%	00%	20%	12%
Désagréable	00%	00%	00%	00%	00%	00%
Assez désagréable	00%	00%	00%	00%	00%	00%
Très désagréable	00%	00%	00%	00%	00%	00%
Extrêmement Désagréable	00%	00%	00%	00%	00%	00%

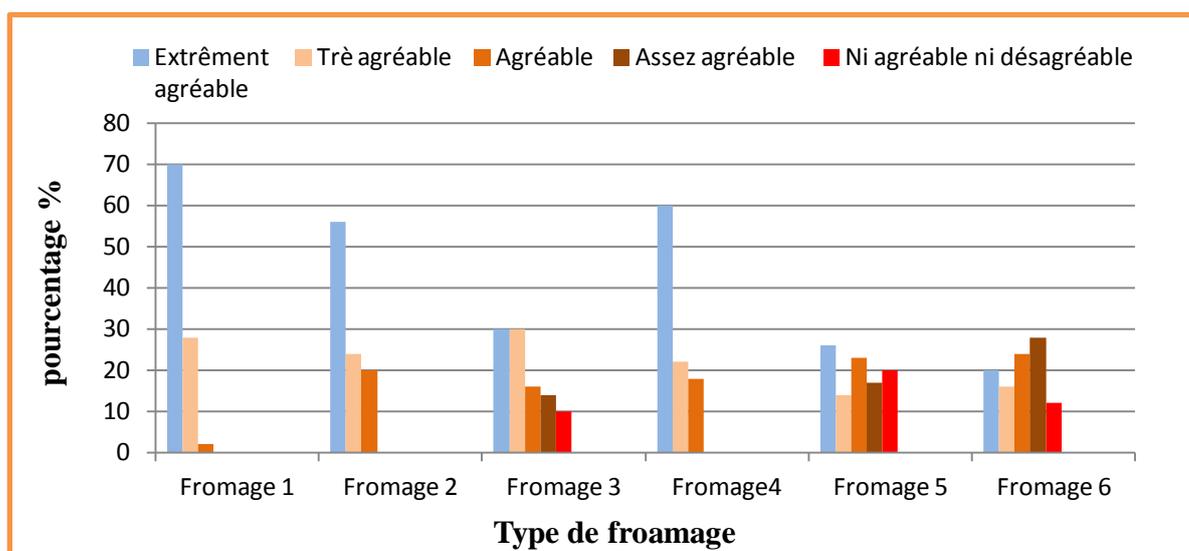


Figure 28. Résultats des choix d'appréciation des quatre échantillons.

Les résultats de tableau XXVI et de la figure 28 indiquent que les dégustateurs ont notés les six Préparations de Fromage par ordre de préférence selon l'intensité du goût en attribuant le premier rang au Fromage 1,2 et 4 (Excrément agréable), suivi par le Fromage 3 avec de pourcentage de 30% pour la préférence Très agréable, où ils ont attribué le choix ni agréable ni désagréable pour le fromage 6 .

La majorité des dégustateurs désigné le fromage 1 (*Tartino*) de concentration (0.5) comme le meilleur fromage parmi les six fromages dégustés.

Ces résultats permettent de conclure que les petites concentrations incorporés en graines de pin d'Alep choisis dans le fromage *Cheezy* et *Tartino* modifient, la couleur et le goût ainsi que la texture sans toucher les caractéristiques de l'odeur et de l'arrière-goût de cet aliment.

Par contre, les grandes quantités de graines de pin d'Alep incorporés dans le fromage *Cheezy* et *Tartino* modifient la couleur, le goût, la texture et l'arrière-goût avec un changement d'odeur qui est très remarquable.

Le pin d'Alep est un graines très caractéristique, à cause de sa goût très particulier mais également peu prononcé, au point de vue nutritionnelle, le pin d'Alep possède des propriétés médicamenteuses qui ont souvent une réelle efficacité contre plusieurs maladies, son association avec les aliments rond le produit plus riche en nutriments et molécules bioactives.

Conclusion

Malgré la diversification du marché des fromages en Algérie, le fromage fondu reste le fromage le plus consommé, cette préférence s'explique par la longue durée de conservation et par le fait qu'il est également le plus abordable. Cette tendance du marché alimentaire algérien suscite la curiosité, c'est pour cela que le présent travail s'est focalisé sur l'enrichissement de ce fromage par les graines de pin d'Alep, qui est une plante médicinale utilisée pour ses propriétés particulières bénéfiques dans l'optique de créer un nouveau produit alimentaire .

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'incorporation des graines de pin d'Alep au fromage fondu sur la qualité organoleptique, physicochimique et microbiologique du fromage. Les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques de la matrice végétal ont montrés que la matrice végétal utilisée, sont propres à la consommation et possèdent une qualité satisfaisante et pour cela nous pouvons peut être utilisée .

Les résultats d'analyses physicochimiques des six échantillons a révélé une conformité aux normes interne de l'entreprise FALAÏT et montrent que la qualité des marques de fromages fondus étudiés est satisfaisante, grâce à la maîtrise du processus de la fabrication et la bonne surveillance durant toutes les étapes de la production. Il a également montré une augmentation à la fois du taux de matière grasse et de l'Extrait Sec Total, et révèlent que ses plantes sont riches en métabolites secondaires (polyphénols, flavonoïdes et tanins), connus pour leurs propriétés biologiques et thérapeutiques intéressantes. Et ceci suite à l'augmentation de la concentration de pin d'Alep.

Les analyses microbiologiques montrent que Le fromage élaboré indique l'absence totale des germes pathogène recherché et confirmer que nos produit fini est de bonne, qualité hygiénique et microbiologique satisfaisante, ce qui confirme le respect des règles d'hygiène lors de la fabrication.

Les analyses sensorielles réalisées montrent que l'incorporation de la poudre des graines de pin d'Alep dans le fromage *Tartino* et la préparation fromagère *Cheezy*, pour des grandes concentrations, déclassé significativement le produit et donne un goût indésirable pour le consommateur, avec une préférence pour le fromage *Tartino* avec une concentration de 0.5g d'un point de vue texture, couleur, odeur et goût .

Ces résultats permettent de conclure, que le pin d'Alep est une plante intéressante à exploiter dans l'industrie du fromage qui donne un produit fini de bonne qualité physico-chimique, microbiologique, et organoleptique riche en molécules bioactives bénéfiques pour la santé. Ce résultat ouvre une nouvelle oraison pour d'une éventuelle proposition d'une nouvelle variété de fromage enrichis avec les graines de pin d'Alep.

Suggestions :

- Le recours aux plantes aromatiques s'avère être un choix pertinent face aux risques de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les conservateurs chimiques ou synthétiques.
- Leurs utilisation à très faibles doses est envisageable, en raison de leurs grande efficacité. L'utilisation des plantes aromatiques est donc le compromis entre le goût, fraîcheur, équilibre nutritionnel et prix.
- L'effet de ces graines une fois vérifier dans la matrice fromagère pourrai être proposé comme bioconservateur et d'éviter ainsi l'utilisation des additifs/conservateurs chimiques.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

(A)

Abakar, M., (2012). Essai de fabrication d'un fromage frais traditionnel sénégalais à partir du lait de vache coagulé par la papaine naturelle. Mémoire Master. Qualité des aliments de l'homme. Dakar : Université Cheiken Anta. 31p.

Adjelane, S., (2018). Analyses physico-chimiques et microbiologiques de deux fromages fondus pasteurisés produits par la SARL RAMDY.

AFNOR, E. (1986). Méthodes d'essai. *Recueil des normes françaises*, 64, 65. agents. Journal of the American Nutraceutical Association. Pp 24-26.

Ait Abdelouhab N., (2001). Microbiologie alimentaire. Office de publication universitaire.

Alkurd A., Hamed T. R., Al-Sayyed H., (2008) .Tannin Contents of Selected Plants Used in Jordan. Jordan Journal of Agricultural Sciences 4: 265 - 274.

Apf elbaum M, Rom on M, Dubus M ., (2004) .Déictique en nutrition .Masson, p314.

(B)

Badinand, F. (1994). Maîtrise du taux cellulaire du lait. *Rec. Méd. Vét*, 170(6/7).

Barbero, M., & Quezel, P. (1980). Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen In person: Actualités d'écologie forestière. *Borbas. Edit., Paris*, 205-256.

Barbero, M., Quézel, P., & Rivas-Martínez, S. (1981). Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 311-412.

Bauer W.J., Badoud R., Loliger J., Etaurnaud A., (2010). Science et ère Technologie des Aliments, chap. 3 Lipides, chap. 11 Analyse Sensorielle, 1 éd. Presses polytechniques et universitaires, Italie, ISBN : 978-2-288074-754-1, p. 636-643, p. 167-168.

Baylk, W., Mathawski et Pilewski N., (2004) . Natural flavonoid as antimicrobial .

Beker M, Picard J.F et Timbal J., (1982) . Larousse des arbres et arbustes de l'Europe occidentale Librairie Larousse, Paris, 330 p.

Références bibliographiques

- Bentouati, A., (2006).** *Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (Pinus halepensis M.) du massif de Ouled Yagoub (Khenchela-Aurès)* (Doctoral dissertation, Batna, Université El Hadj Lakhdar. Faculté des sciences).
- Benyahia M. et hamdadou O., (2008).** Etude comparative de la qualité et de la stabilité du fromage fondu pasteurisé avec ou sans conservateurs fabriqué au niveau de L.F.B. Mémoire Master. Biologie. Boumerdes: Université Bougarra. 51p.
- Berger W., (1985).** JOHA. Les sels de fontes, propriétés et emploi, schruttmacher moderne produkt.
- Berger, W., Klostermeyer, H., Merkenich, K., & Uhlmann, G. (1989).** La fabrication du fromage fondu. *Guide JOHA, BK Ladenburg., Ladenburg.*
- Berger, W., Klostermeyer, H., Merkenich, K., & Uhlmann, G. (1993).** Raw materials and added ingredients. *Processed Cheese Manufacture (Joha® Guide), H. Klostermeyer (chief ed.), BK Ladenburg, 94-97.*
- Biochard, D., (1986).** Relation entre production et fertilité chez la vache laitières. *Revue: Elev. Et Inse, (213), 15-23.*
- Boiron, P., & Périlleux, E. (1996).** *Organisation et biologie des champignons.* Nathan.
- Boubekri, C. (2014).** *Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de Solanum melongena par des techniques électrochimiques* (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra).
- Boularak, A. (2005).** Guide des déterminations analytiques des laits et produits laitiers. Ministère du commerce. 22p.
- Bourgeois C-M ., Levreau J-Y ., (1990) .** Technique d'analyse et de contrôle dans l'industrie agro-alimentaire, 2ème éd, Lavoisier, Paris.
- Bourgeois, C. M., Mescle, J. F., & Zucca, J. (Eds.). (1996).** *Microbiologie alimentaire: tome 1-Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. tome 2-Aliments fermentés et fermentations alimentaires.* Tec & Doc Lavoisier.

Références bibliographiques

Boutchiche F et Boutrigue S., (2016) . Caractérisation morpho métrique de la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) et de son hôte au niveau de la wilaya de Tlemcen. Mém, master en génétique, univ. Tlemcen, 79 p.

Boutonnier, J. L. (2000). *Fabrication du fromage fondu*. Ed. Techniques Ingénieur.

Bruneton, J. (1993). *Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales* (No. 581.634 B7).

(c)

C.E.L.C (Centre D'enseignement Laitier Par Correspondance) ., (2000) - Qu'est ce que le lait Ecole Nationale d'industrie Laitière et des Industries Agro-Alimentaires. Surgères: 99- ,p61.

Cavalcante, A. B. D. (1995). *Influence des facteurs de composition sur les propriétés texturales d'un fromage fondu de type queijão* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Lorraine)..

Chakroun, M. L., (1986). Le pin d'Alep en Tunisie. *Options méditerranéennes, 1*, 25-27.

Chambers D. H., Chambers IV E. and Johnson D., (2005) . Flavie description and classification of selected natural cheeses . *Cutinary arts and sciences V :Global and National Perspectives*, (coord. ED Wards,J. S. A., Kowrygob, Rejman, K.) pp 641-654, publisher, worshipful comptant of cooks Research Centre, Bournemouth, Poole, UK.

Chambre et Daurelles ., (2006). Le fromage de la science à l'assurance qualité 3ème édition. In (fromage), édition Eck et Gillis, Technique et documentation Lavoisier, paris.

Chambre, M., & Daurelles, J. (1997). Le fromage fondu. *Le fromage. 3rd ed. Eck A, Gillis JC (ed). Technique et documentation Lavoisier, Paris, France, 691-708.*

Cardinal, P., Barthe, C., Daigle, P., Desroches, F.P. et Veillette, L., (2003). Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire. Comité provincial sur l'uniformisation et l'interprétation des critères microbiologiques des aliments. 61p.

Cheikh-Rouhou, S., Hentati, B., Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., & Attia, H. (2006). Chemical composition and lipid fraction characteristics of Aleppo pine (*Pinus*

Références bibliographiques

halepensis Mill.) seeds cultivated in Tunisia. *Food science and technology international*, 12(5), 407-415.

Chen H. & Hoover D., (2003) Bacteriocins and their food applications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 2, 82- 100.

Chira, K., Suh, J. H., Saucier, C., & Teissède, P. L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 6(2), 75-82.

Christensen, J., Povlsen, V. T. et Sørensen, J., (2003). Application of fluorescence spectroscopy and chemometrics in the evaluation of processed cheese during storage. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1101-1107.

Commission du codex alimentarius., (2016). Projet d normes générale. Rome.

Couhert, B., & Duplat, P. (1993). Le Pin d´ Alep. En Rencontre Forestiers-Chercheurs en Forêt Méditerranée. La Grande Motte, 6-7 October 1993. *Les Coloques*, 63, 12-147.

Coulon, J. B., Delacroix-Buchet, A., Martin, B., & Pirisi, A. (2005). Facteurs de production et qualité sensorielle des fromages.

(D)

Deshoux A (2020), le marché des fromages (fondus).

Département Fédéral de l'Intérieur (DFI),, (2016). Les résidus de substances pharmacologiquement actives et d'additifs pour l'alimentation animale dans les denrées alimentaires d'origine animale. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. 234p.

D'Hour, P., & Coulon, J. B. (1994). Effect of climate on milk production and composition. In *Annales de Zootechnie (France)*.

Diallo, D., Sanogo, R., Yasambou, H., Traoré, A., Coulibaly, K., & Maïga, A. (2004). Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam.(Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *Comptes Rendus Chimie*, 7(10-11), 1073-1080.

Références bibliographiques

Djali, F. et Hamadi, H. (2017). Formulation du fromage frais aromatisé à base d'Artemisia herba-alba. Mémoire Master. Science des aliments. Béjaia: Université Abd Rahman Mira. 75p.

Dobignard A, et Chaletain C. (2012). Index synonymique de la flore d'Afrique du nord. Conservatoire et jardin botanique. Suisse. Genève, 413p.

Downes, F. P., & Ito, K. (2001). Compendium of methods for the microbiological examination of foods—APHA. *Washington, DC. Ed, 4.*

(E)

Eck .A., (1987). Le fromage. 2ème édition. Technique et documentation. Lavoisier, paris 390p.

Eck, A., & Gillis, J. C. (1997). Le Fromage de la science à l'assurance-qualité.

Eck, A., (1987). Le fromage. Ed 02. Paris : Lavoisier. Tec et doc. 390p.

Elsamani, M. O., Habbani, S. S., Babiker, E. E., & Ahmed, I. A. M. (2014). Biochemical, microbial and sensory evaluation of white soft cheese made from cow and lupin milk. *LWT-Food Science and Technology*, 59(1), 553-559.

Ercolini, D., Russo, F., Nasi, A., Ferranti, P., & Villani, F. (2009). Mesophilic and psychrotrophic bacteria from meat and their spoilage potential in vitro and in beef. *Applied and environmental microbiology*, 75(7), 1990-2001.

Étienne KM ., (1992). Dénaturation thermique et gélification des protéines de lactosérum en solution modèle et dans un aliment complexe, le fromage fondu à tartiner : effets du NaCl, du lactose et du glycérol. Thèse de doctorat, Université Laval Québec, 138p.

Evette, J. L. (1975). La fromagerie, Jean-Luc Evette. *Techniques vivantes.*

(F)

Fanzo, J., Hunter, D., Borelli, T., & Mattei, F. (2013). Diversifying food and diets: using agricultural biodiversity to improve nutrition and health: Routledge.

FAO. (1995). *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine* (No. 28). Food & Agriculture Org.

Références bibliographiques

FAO/OMS., (1999) . Norme générale pour le fromage . CODEX STANA -6-1978, Rev. 1 1999, 6 pages.

Feiberg, M., (2002). Répertoire générale des aliments. Tome 2 : Produits laitiers, 2^{ème} édition. Tech & doc, Lavoisier, Paris.

Fox, F., Guinee, T., Cogan, T., & McSweeney, P. (2000). Fundamentals of Cheese Science (Gaithersburg, Maryland, USA.

Fox, P. F., McSweeney, P. L., & Paul, L. H. (1998). Dairy chemistry and biochemistry.

Fox, P.F., (2000). Cheese chemistry, physics and microbiology. Maryland : Aspen publishers, Inc. P469.

Franworth, E., & Mainville, I. (2010). Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe.

Fredot E., (2006). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages) .

Fredot, E., (2009). Connaissance des aliments. Ed 02. Paris : Lavoisier. Tec et doc. 25-70.

(9)

Gaucheron, F. (2004). *Minéraux et produits laitiers*. Technique & documentation.

Gelais, S. t. D., Tirard, C. P, Belonger, G., Couture, R. et Drapeau, R., (2002). Fromage. Sciences et technologies du lait, transformation de lait. Ed 01. Montréal : Ecole polytechnique de Montréal. 599p.

German Colas, L ., Roquet J., (1976). Le traitement des eaux. Edition Dunod, paris.

Gonzalez-Gallego, J., Sánchez-Campos, S., & Tunon, M. J. (2007). Anti-inflammatory properties of dietary flavonoids. *Nutrición hospitalaria*, 22(3), 287-293.

Guignard J., (1996). Biochimie végétale. Ed. Lavoisier, Paris. P 175-192.

Guiraud J. et Galzy P., (1980). L'analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire. Edition : l'Usine Nouvelle. Paris. 234p.

Références bibliographiques

Guiraud, J. P. (1998). La microbiologie alimentaire.

Guiraud, J. P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. Pp: 136-139.

Guiraud, J. P., & Rosec, J. P. (2004). *Pratique des normes en microbiologie alimentaire.* Afnor.

Guiraud, J., (2003). Méthode d'analyse en microbiologie alimentaire. *Microbiologie alimentaire. Edition: Dunod, Paris. 651p.*

Guit B., (2015). Croissance et état sanitaire des peuplements de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif forestier de senalba (région de Djelfa). Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Ecole nationale supérieure d'agronomie, Alger. 156-167 p.

(H)

Halmi, S., (2015). *Etude botanique et phytochimique: Approche biologique et pharmacologique d'Opuntia ficus indica* (Doctoral dissertation, PhD thesis. University of Constantine 1, Constantine).

Hermier, J., Lenoir, J. et Weber, F., (1992). Les groupes microbiens d'intérêt laitier. Ed 01. Paris. : Cepil. 568p.

Hoden, A., & Coulon, J. B. (1991). Maîtrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques (1). *INRA Productions animales*, 4(5), 361-367.

Holley, R. A. et Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food microbiology*, 22(4), 273-292.

Hombourger., C. (2010). Le Curcuma, de l'épice au médicament. Doctoral dissertation. Sciences pharmaceutiques. Nancy I : UHP-Université Henri Poincaré. 223p.

(J)

Jean-paul M.,Thierry L., dominique A ., Nathalie B ., Jean-claude G ., Franck J., Lionel.

Références bibliographiques

Jeantet, R., Croguennec, T., Mahaut, M., Schuck, P., & Brulé, G. (2007). *Les produits laitiers* (pp. 184-p). Editions Tec & Doc Lavoisier.

Joffin, C et Joffin, J.N. (2010). Microbiologie alimentaire. DOC.PED, Bordeaux. P.

JORA: Journal officiel de la république Algérienne N°25., (2014). La méthode de détermination de la teneur totale en matière sèche des fromages et des fromages fondus, p23.

JORA: Journal Officiel de la République Algérienne N°35.,(1998). Arrêté interministériel du 27 mai 1998.

JORA: Journal Officiel de la République Algérienne N°39, (2017). Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, Légumes, fruits, végétaux et produits à base de végétaux, p26.

JORA: Journal officiel de la république Algérienne N°67., (2014). Méthode de détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage, p22.

JORA: Journal officiel de la république Algérienne N°73., (2016). La méthode de détermination du pH des denrées alimentaires en conserve, p18.

(K)

Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., & He, X. (2014). Plant secondary metabolites: biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *J. Pharm. Pharmacol*, 2(7), 377-392.

Kadik B., (1987). Contribution à l'étude du pin d'Alep (*pinushalpensismill*) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. Ed. O.P.U ; 580 p.

Kadri, N., Khettal, B., Adjebli, A., Cresteil, T., Yahiaoui-Zaidi, R., Barragan-Montero, V., & Montero, J. L. (2014). Antiangiogenic activity of neutral lipids, glycolipids, and phospholipids fractions of *Pinus halepensis* Mill. seeds. *Industrial crops and products*, 54, 6-12.

Kadri, N., Khettal, B., Yahiaoui-Zaidi, R., Barragan-Montero, V., & Montero, J. L. (2013). Analysis of polar lipid fraction of *Pinus halepensis* Mill. seeds from North Algeria. *Industrial Crops and Products*, 51, 116-122.

Références bibliographiques

Kahraman, T., Ozmen, G., Ozinan, B., & Goksoy, E. O. (2010). Prevalence of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in different cheese types produced in Turkey. *British Food Journal*.

K.,Eric L., Pierre M. , Jacqueline M.P., Frederic T. (2009) . Laites et produits laitiers. Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition(GEMRCN). France, p.35.

King, S., & Metzger, W. I. (1968). A new plating medium for the isolation of enteric pathogens: I. Hektoen enteric agar. *Applied microbiology*, 16(4), 577-578.

Kumar, R. (2012). An investigation into improvement of low fat cheddar cheese by the addition of hydrocolloids.

(L)

Lamontagne M, Claude P,Reitz-Ausseau, Moineau S, Gardner N,Lamoureux M , Jean J, Fliss I., (2002). Microbiologie du lait. In Vignola C- L . (Ed) .Science et technologie du lait.Canada : La fondation de technologie laitier du Québec inc. p89- 90.

Lapointe-Vignola, C. (2002). *Science et technologie du lait: transformation du lait*. Presses inter Polytechnique.

Larousse A., (2002).Science et technologie du lait :transformation du lait. p. 767. Available at: https://books.google.com/books?id=E-rb_Pff15sC&pgis=1.256.

Larpen, J. P. (1996). Lait et produits laitiers non fermentés. *Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tec et Doc, Paris*, 294-272.

Lawrence, R. C., Creamer, L. K., & Gilles, J. (1986). Texture development during cheese ripening. *Journal of Dairy Science*, 70(8), 1748-1760.

Le Jaouen, J. C. (1993). *Guide national des bonnes pratiques en production fromagère fermière: recueil réglementaire: guide des bonnes pratiques fromagères*. Institut de l'Elevage.

Lebres, E. (2002). Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer. *Manuel des travaux pratiques. Institut Pasteur*.

Lee, W. J., & Lucey, J. A. (2004). Structure and physical properties of yogurt gels: Effect of inoculation rate and incubation temperature. *Journal of dairy science*, 87(10), 3153-3164.

Références bibliographiques

Letreuch-Belarouci N., (1991). Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. OPU, Alger, 2, pp .641.

Leveau, J. Y., & Bouix, M. (1993). Microbiologie industrielle: les micro-organismes d'intérêt industriel.

Luquet ., (1990). Lait et produits laitiers : vache, brebis chèvre. Tome II, Tech. Et Doc., 2ième édition, Lavoisier, Paris.34.

Luquet, F. M. (1985). Lait et produits laitiers: vache, brebis, chevre. v. 1: Les laits: de la mamelle a la laiterie.-v. 2: Les produits laitiers: transformation et technologies.-v. 3: Qualite, energie et tables de composition.

(M)

Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2000). *Initiation à la technologie fromagère*. Editions Tec & Doc.

Maire R, (1952). Flor de l'Afrique de Nord. Ed. Encyclopédie Biologique. Paris. 129-150p.

Mariasaarila., (2007) , functional dairy products, CRC Press, England, Vol,2,p 418.

Marino, M., Frigo, F., Bartolomeoli, I., & Maifreni, M. (2011). Safety-related properties of staphylococci isolated from food and food environments. *Journal of Applied Microbiology*, 110(2), 550-561.

Marongiu, B., Porcedda, S., Piras, A., Rosa, A., Deiana, M., & Dessì, M. A. (2004). Antioxidant activity of supercritical extract of *Melissa officinalis* subsp. *officinalis* and *Melissa officinalis* subsp. *inodora*. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18(10), 789-792.

Martin, S., & Andriantsitohaina, R. (2002, December). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. In *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie* (Vol. 51, No. 6, pp. 304-315). Elsevier Masson.

Masclaux-Daubresse, C., Daniel-Vedele, F., Dechorgnat, J., Chardon, F., Gaufichon, L., & Suzuki, A. (2010). Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants: challenges for sustainable and productive agriculture. *Annals of botany*, 105(7), 1141-1157.

Références bibliographiques

McSweeney, P. L. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International journal of dairy technology*, 57(2-3), 127-144.

Medjoudj, H. (2018). Contribution à l'étude pour la caractérisation du fromage traditionnel «Bouhezza» au lait de chèvre. Doctoral dissertation. Sciences Alimentaires. Constantine : Université Constantine 1. 142p.

Meyer, A ., (1973). Processed cheese manufacture. Food Trade Press LTD -London. 329.

Mezali M.,(2003). Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3ème session du forum des NationsUnis sur les forêts, 9 p.

Mietton, B. (1995). La typologie des fromages. Symposium organisé par la fondation des Gouverneurs et le centre de recherche et de développement sur les aliments d'agricultures et Agroalimentaire Canada. 245 p.

Mietton ; Gaucheronf., and Michel S.F., (2004) . Pp 471-583. Dans minéraux et produits laitiers de Gaucheronf f. Ed. Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 905p.

Morel, S. (2011). *Etude phytochimique et évaluation biologique de Derris ferruginea Benth.(Fabaceae)* (Doctoral dissertation, Université d'Angers).

Moreno, M. F., Sarantinopoulos, P., Tsakalidou, E., & De Vuyst, L. (2006). The role and application of enterococci in food and health. *International journal of food microbiology*, 106(1), 1-24.

Muller, C., Sanguinetti, M., Riboulet, E., Hébert, L., Posteraro, B., Fadda, G., ... & Rincé, A. (2008). Characterization of two signal transduction systems involved in intracellular macrophage survival and environmental stress response in *Enterococcus faecalis*. *Microbial Physiology*, 14(1-3), 59-66.

(N)

Nahal I., (1962). Le pin d'Alep. Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Annales de l'école Nationale des Eaux et Forêts* 19 (4) : 533-627.

Nahal, I. (1986). Taxonomie et aire géographique des pins du groupe halepensis. *Obtions Méditerranéennes*, 1-9.

Références bibliographiques

Nkhili, E. Z. (2009, January). Polyphénols de l'alimentation: extraction, interactions avec les ions du fer et du cuivre, oxydation et pouvoir antioxydant. Avignon.

(O)

Oliveira, R. B., Margalho, L. P., Nascimento, J. S., Costa, L. E., Portela, J. B., Cruz, A. G., & Sant'Ana, A. S. (2016). Processed cheese contamination by spore-forming bacteria: A review of sources, routes, fate during processing and control. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 11-19.

Olson, N.f., (2008). Cheese, in *Biotechnology : enzymes, Biomass, food and feed*, volume 9, second Édition(des H.J.REHM and G. REED), wiley- VCH Verlag Gmb H,weinhem, Germany. doi :10. 1002/ 9783527620920.ch 9.

Ouadghiri, M. (2009). Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et «Jben» d'origine marocaine.

Ouarim, A., (2017). Contribution à l'étude physico-chimique et microbiologique d'un type de fromage fondu. Mémoire Master. Sciences des aliments. Tlemcen : Université Aboubeker Belkaid. 29p.

(P)

Penchev, P. I. (2010). *Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions* (Doctoral dissertation).

Petti, S., & Scully, C. (2009). Polyphenols, oral health and disease: A review. *Journal of dentistry*, 37(6), 413-423.

Pougheon, S., & Goursaud, J. (2001). Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques. *DEBRY, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris*, 6-342.

Prescott, L. M., Harley, J. P. & Klein, D. A., (2003). *Microbiologie*, de Boeck 2e édition française, p : 41-73.

Références bibliographiques

(Q)

Quezel P, 1986 b. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Dans :Actualités d'Ecologie Forestière (Ed. : Pesson), Ed. Gauthier Villars, Paris, pp. 205-

Quezel, P., & Barbero, M. (1992). Le pin d'Alep et les espèces voisines: répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, 13(3), 158-170.

Quezel, P., & Medail, F. (2003). Ecologie et biographie des forêts du bassin méditerranéen Ed.

(R)

Randazzo, C. L., Caggia, C., & Neviani, E. (2009). Application of molecular approaches to study lactic acid bacteria in artisanal cheeses. *Journal of Microbiological Methods*, 78(1), 1-9.

Ren, W., Qiao, Z., Wang, H., Zhu, L., & Zhang, L. (2003). Flavonoids: promising anticancer agents. *Medicinal research reviews*, 23(4), 519-534.

Ribeiro, M. A., Bernardo-Gil, M. G., & Esquivel, M. M. (2001). Melissa officinalis, L.: study of antioxidant activity in supercritical residues. *The Journal of Supercritical Fluids*, 21(1), 51-60.

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

Roger V., (1979). Technologie du lait : Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3^{ème} édition. Edition Maison Rustique. Paris

Rosset, R. (2001). Croissance microbienne et froid. Étude du cas particulier de *Listeria monocytogènes*. *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, 185(2), 287-299.

Roustel , S . (2014). Fromage fondu : physico-chimie du processus de fonte. Techniques de l'ingénieur, F6310: 2: 1-15.

(S)

Références bibliographiques

Sabouraud, R. (1892). Contribution a l'etude de la trichophytie humaine. Etude clinique, microscopique et bacteriologique sur la pluralité des trichophytons de l'homme. *Ann. Dermatol. Syphil*, 3, 1061-1087.

Seigue, A. (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes [The circum Mediterranean forest and its problems]. *Techniques agricoles et productions méditerranéennes*, 5, 230-232.

Sraïri, M. T., Hasni Alaoui, I., Hamama, A., & Faye, B. (2005). Relations entre pratiques d'élevage et qualité globale du lait de vache en étables suburbaines au Maroc.

Stalikas, C. D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of separation science*, 30(18), 3268-3295.

Steijns, J. M. (2008). Dairy products and health: focus on their constituents or on the matrix?. *International Dairy Journal*, 18(5), 425-435.

Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A., & Singleton, R. C. (2004). Sensory evaluation by descriptive sensory analysis. *Food Technol*, 28, 11-24.

(T)

Taleb ben diab, F., (2017). Contrôle physico-chimique et microbiologique du camembert. Mémoire Master. Nutrition et santé. Tlemcen : Université Aboubeker Belkaid. 93p.

Tamime, A. Y. (2011). *Processed cheese and analogues*. John Wiley & Sons.

Taylor, W. I., & Schelhart, D. (1971). Isolation of Shigellae: VIII. Comparison of Xylose Lysine Deoxycholate Agar, Hektoen Enteric Agar, Salmonella-Shigella Agar, and Eosin Methylene Blue Agar with Stool Specimens. *Applied microbiology*, 21(1), 32-37.

Tukan, S. K., Al-Ismail, K., Ajo, R. Y., & Al-Dabbas, M. M. (2013). Seeds and seed oil compositions of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) grown in Jordan. *Riv. Ital. Delle Sostanze Grasse*, 90, 87-93.

(V)

Varnam, A., & Sutherland, J. P. (2001). *Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.

Références bibliographiques

Vassal, L., Monnet, V., Le Bars, D., Colette, R. O. U. X., & Gripon, J. C. (1986). Relation entre le pH, la composition chimique et la texture des fromages de type Camembert. *Le lait*, 66(4), 341-351..

Veisseyre, R. (1979). Technologie du lait: constitution, recolte, traitement et transformation du lait 3.

Veisseyre, R. (1975). Technologie du lait. Constitution récolte traitement et transformation. Ed 03. Paris : La Maison Rustique.714 p.

Venet J., (1986). Identification des outils et méthodes utilisées à Dynafor concernant la Dendrochronologie .

Vignola C., (2002). Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp. 3-75.

Vignola, C.L., Michel, J., & Paquin, P., (2002). Science et technologie du lait: transformation du lait. Ed Lvoisier, Paris.

Volàk, J. Stodola, J. et Severa, F., (1986). Plantes médicinales. Ed 06. Paris: GRUND GF.

(W)

Walstra, P., & Jenness, R. (1984). *Dairy chemistry & physics*. John Wiley & Sons.

Wang, L., & Weller, C. L. (2006). Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends in Food Science & Technology*, 17(6), 300-312.

Wolter, R. (1988). *Alimentation de la vache laitière*. France Agricole Editions.

Wong, C. C., Li, H. B., Cheng, K. W., & Chen, F. (2006). A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food chemistry*, 97(4), 705-711.

(Y)

Yeza S., et Bouchama S., (2014) : index des métabolites secondaires végétaux, université kasdi merbah, Ouargla faculté des sciences de la nature et de la vie département des sciences biologiques.47 pages.

Références bibliographiques

Younes, K., (2015). Contribution a letude chimique et biologique de deux plantes medicinales de la région ouest dalgerie. Université Abou-Bekre Belkaid Tlemcen.

(Z)

Zhang, D., & Mahoney, A. W. (1991). Iron fortification of process Cheddar cheese. *Journal of dairy science*, 74(2), 353-358.

Annexe

Annexe N°01 : Matériels et équipements utilisés



Bain-marie



pH mètre



Centrifugeuse



Broyeur à main



Balance de précision



Broyeur



Butyromètre

- Baron magnétique
- Sacs stomacher
- Spatule
- Répertoire
- Capsule En Aluminium.
- Dessiccateur avec gel de silice
- Boîte de pétrie



Etuve

- Réfrigérateur
- Boîte de pétrie
- Pipette graduée
- tube a essai
- Pots stériles
- flacon stérile
- Thermomètre



Dessiccateur

Annexe N°02 : Composition des milieux de culture utilisés

➤ Gélose Baird-Parker

Ingrédients	Quantité en grammes par litre d'eau distillée ou déminéralisée
Tryptone	10.00
Extrait de viande de bœuf	5.00
Extrait de levure	1.00
Pyruvate de sodium	10.00
Chlorure de lithium	5.00
Tellurite de potassium	2.00
Glycine	12.00
Agar	17.00
Emulsion de jaune d'œuf	10.00
pH final à 25°C : 7,2 ± 0,2	

➤ Gélose Viande-Foie (VF)

Ingrédients	Quantité en grammes par litre d'eau distillée ou déminéralisée
Citrate d'ammonium ferrique	0.50
Base de foie de viande	30.00
Sulfite de sodium	0.50
Dextrose	1.00
Amidon	1.00
Agar	8.00
pH final à 25°C : 7.4 ± 0.2	

➤ Gélose PCA

Ingrédients	Quantité en grammes par litre d'eau distillée ou déminéralisée
-------------	--

Tryptone	5.00
Glucose	1.00
Extrait de levure	2.50
Agar	15.00
Eau distillé	1000ml

PH final à 25°C: $7.2 \pm 0,2$

➤ **Gélose Sabouraud**

Ingrédients	Quantité en grammes par litre d'eau distillée ou déminéralisée
Peptone	1.00
Glucose massé	20.00
Agar-agar	15.00
Eau distillé	1000ml

pH final à 25°C : $5.6 \pm 0,2$

➤ **Eau Peptonée Tamponnée**

Ingrédients	Quantité en grammes par litre d'eau distillée ou déminéralisée
Peptone de caséine	10.00
Chlorure de sodium	5.00
Phosphate de sodium	12.00
Phosphate de potassium	1.50
Eau distillé	1000ml

pH = 7.4 ± 0.2 à 25°C

Questionnaire d'analyse sensorielle

Sexe :

Date :

Age :

Consommez-vous le fromage ? Oui Non

Fréquence : Très souvent Souvent Rarement Jamais

Six échantillons de fromage fondu enrichie avec **les grains de pin d'Alep**, codé **Tartino (0.5, 1, 1.5) et Cheezy (0.5, 1, 1.5)** vous sont présenté. Il vous est demandé d'évaluer différents caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés.

NB : veuillez rincer la bouche à chaque dégustation d'un échantillon.

1/ COULEUR :

1. Blanche
2. Beige
3. Marron vif
4. Marron

Fromage 1	Fromage 2	Fromage 3	Fromage 4	Fromage 5	Fromage 6

2/ODEUR :

1. absente
2. faible
3. moyenne
4. fort
5. très fort

Fromage 1	Fromage 2	Fromage 3	Fromage 4	Fromage 5	Fromage 6

3/GOUT :

1. Acide
2. Sucré
3. Salé
4. Amère

4/ TEXTUR :

- 1. Liquide
- 2. Crémeux
- 3. Onctueuse
- 4. Dure

Fromage 1	Fromage 2	Fromage 3	Fromage 4	Fromage 5	Fromage 6

5/ARRIERE-COUTE

- 1. Absent
- 2. Faible
- 3. Moyen
- 4. Fort
- 5. Très fort

Fromage 1	Fromage 2	Fromage 3	Fromage 4	Fromage 5	Fromage 6

A Attribuer une note de **1** à **9** pour chaque échantillon selon votre préférence, sachant que **1** correspond le moins préféré et **9** au plus préféré comme présenté dans l'échelle ci – dessous :

- 1. Très désagréable
- 2. Assez désagréable
- 3. Désagréable
- 4. Ni agréable ni désagréable
- 5. Assez Agréable
- 6. Agréable
- 7. Très agréable
- 8. Extrêmement agréable

Tartino	Fromage 1	Fromage 2	Fromage 3
Cheezy	Fromage 4	Fromage 5	Fromage 6

OBSERVATION :

.....
.....
.....

Merci Pour Votre Coopération

Résumé : Le présent travail s'est porté sur l'élaboration d'un nouveau produit laitier enrichi (fromage fondu) en par les graines de pin d'Alep à des concentrations différentes (0.5g, 1g et 1.5g) et également l'évaluation de ses qualités nutritive et marchande par des analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles. Le fromage fondu élaboré est conforme aux normes internes de l'entreprise FALAÏT, ce qui est garanti un produit de haute qualité nutritive. En outre, Les analyses microbiologiques ont montré que les fromages fondu élaborés, présentent une qualité hygiénique très satisfaisante attestée par l'absence totale des germes pathogènes (*Entérocoque*, *E.coli*, *Staphylocoque* et *Salmonelles*). Sur le plan sensoriel, l'incorporation de graines de pin d'Alep à la préparation fromagère *Cheezy* et le fromage *Tartino* présentent de grands avantages car il garde sa valeur nutritionnelle, et améliore son goût et sa saveur, Les résultats des analyses organoleptiques montrent que le fromage *Tartino* à concentration 0.5g a été préféré parmi les six fromage dégustés par les consommateurs.

Mots clés : Fromage fondu, graines de pin d'Alep, analyse physicochimiques, analyse microbiologiques, analyse sensorielles, germes pathogènes.

Summary : The present work focused on the development of a new dairy product enriched (processed cheese) by the seeds of Aleppo pine at different concentrations (0.5g, 1g and 1.5g) and also the evaluation of its nutritional and market qualities by physicochemical, microbiological and sensory analysis. The processed cheese developed is in accordance with the internal standards of the company FALAÏT, which is guaranteed a product of high nutritional quality. In addition, the microbiological analyses have shown that the processed cheeses elaborated, present a very satisfactory hygienic quality attested by the total absence of pathogenic germs (*Enterococcus*, *E.coli*, *Staphylococcus* and *Salmonella*). On the sensory level, the incorporation of Aleppo pine seeds to the cheese preparation *Cheezy* and *Tartino* cheese have great advantages because it keeps its nutritional value, and improves its taste and flavor. The results of organoleptic analysis show that *Tartino* cheese with a concentration of 0.5g was preferred among the six cheeses tasted by the consumers

Key words : Processed cheese, Aleppo pine seeds, physicochemical analysis, microbiological analysis, sensory analysis, pathogenic germs.

المخلص : ركز هذا العمل على تطوير منتج ألبان جديد (الجبن المطبوخ) غنى ببذور الصنوبر الحلبي بتركيزات مختلفة (0.5 جرام ، 1 جرام و 1.5 جرام) وايضا تقييم صفاته الغذائية والتسويقية من خلال التحليلات الكيمياء الفيزيائية و الميكروبيولوجية والحسية. يتوافق الجبن المطبوخ المنتج مع المعايير الداخلية لشركة الفاليط ، و التي تضمن منتجًا ذا جودة غذائية عالية. أظهرت التحليلات الميكروبيولوجية أن الاجبان المصنع تتمتع بجودة صحية مرضية للغاية ، يشهد عليها الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض (المكورات المعوية ، الإشريكية القولونية ، المكورات العنقودية والسالمونيلا). من وجهة نظر حسية ، دمج بذور الصنوبر الحلبي في تحضير جبنة شيزي و جبنة تارتينو لها مزايا كبيرة لأنها تحتفظ بقيمتها الغذائية و تحسن مذاقها و نكهتها ، و تبين نتائج التحليلات الحسية ان جبن تارتينو بتركيز 0.5 جرام كان مفضلا بين انواع الجبن الستة التي تذوقها المستهلكون

الكلمات المفتاحية : الجبن المعالج ، بذور الصنوبر الحلبية ، التحليل الفيزيائي الكميائي ، التحليل الميكروبيولوجي ، التحليل الحسي ، الجراثيم المسببة للامراض.