

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.**  
**Département de Sciences Alimentaires.**



## *Mémoire de Fin d'Etudes*



**En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomique : Agro-Alimentaire  
et Contrôle de Qualité.**

**Thème :**

*Elaboration d'un fromage frais enrichi par la graine de lin*

**Présenté par :**

Mlle CHERABI DJOUHER

Mr DJEMA MOULOUD

Mr SIAD LOUNIS

**Devant le jury :**

**Présidente :** Mme REMANE Y.

Maitre de conférences A à l'UMMTO.

**Promotrice :** Mme BRAHMI F.

Maitre de conférences B à l'UMMTO.

**Examinatrice :** Mme ALLANE T.

Maitre de conférences B à l'UMMTO.

**Année universitaire : 2021 / 2022**

## ***REMERCIEMENTS***

Tout d'abord, nous tenons à remercier le «**BON DIEU**» le tout puissant de nous avoir accordé patience, courage et volonté afin de réaliser et mener à terme ce modeste travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir d'exprimer notre profonde gratitude à **Mme BRAHMI** notre promotrice pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses remarques, ses conseils et ses orientations.

Les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.

Nous adressons aussi nos plus vifs remerciements à **Mme SAHNOUN SOUHILA, Mr ILLOUL KACI** et tout le personnel et les responsables de l'unité **STLD** pour leurs entières disponibilités et coopération lors de la réalisation de la présente expérimentation.

Nous adressons aussi nos plus vifs remerciements à tout le personnel du laboratoire pédagogique de microbiologie à leur têtes **Mr HOUALI** de nous avoir bien accueillis, pour leur aide et leur conseils.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent ici notre sincère et profonde gratitude.

*Dédicace :*

*Je dédie ce travail*

*A la source de la tendresse, ma mère*

*A mon cher père*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir pour  
que je puisse Atteindre mes objectifs,*

*A mes frères, Nadir, Bilal, et ma chère sœur Lylia,*

*A mon mari Belaïd,*

*Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études,*

*A mon cher grand père*

*A ma grande mère*

*Qui je souhaite une bonne santé*

*A mes chères amies Liza, Thileli, Samira,*

*A toute ma famille cherabi et tous ceux qui connaissent Djouher*

*Djouher*

## *Dédicace*

### *Je dédie ce travail*

*A la mémoire de mon cher père qui m'a laissé un immense vide que Dieu l'accueille dans son vaste paradis même s'il n'est plus là, son existence est éternelle dans mon cœur, père j'ai réalisé ton rêve.*

*A cette source de tendresse, de patience et de générosité, ma chère mère en reconnaissance de ses efforts, son amour et ses encouragements que dieu me la garde et que sans mes parents je n'aurais jamais pu atteindre mon objectif,*

*A mon unique frère Ali que Dieu le protège à mes adorables sœurs Sadia, Thasadith, Farida, Kenza et Kamelia.*

*A mes cousins Karim et Slimane et toute la famille DJEMA*

*A mon cher professeur Larab Amokrane*

*Et Mr Kezzouli Md Ouahcene qui a été toujours à mes cotés*

*A mes chers amis Madjid Larab, Yacine Saïdi, Abde rezak Sadoudi, Salim Djeghboub, Jugurtha Djemai, Amara Amirouche, Sadoune Hanafi, Saïb Mohand said, Smaili Idir, Numidia Younsi, Lysa Mimoun, Kenza Larras, Outaleb Cylia Fadoua Louni, Assia Dali ainsi que Lydia Chikhi*

*En fin, sans oublier tout ceux où toutes celles qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

*MOULOUD*

*Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère ...*

*A mon père, école de mon enfance, qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager à me donner aide et protection.*

*Que dieu les garde et les protège.*

*A mes deux chers frères Saïd et Boualem et leur épouses Hanane et Safia, sans oublier la jolie petite fille Emilia.*

*A mes sœurs, Karima, Djedjiga et son mari Merzouq.*

*A mes chers amis Ania, Alilo, Mouloud, Atmane, Rezzak.*

*A tous ceux qui ont m'aidé dans la réalisation de ce travail.*

*LOUNIS*

# Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....	1
1. Généralités sur la graine de lin ( <i>Linum usitatissimum L.</i> ).....	2
1.1. Historique.....	2
1.2. Définition.....	2
1.3. Classification.....	2
1.4. Description botanique.....	3
1.5. Morphologie de la graine de lin.....	5
1.6. Production et culture du lin.....	5
1.7. Variétés de lin.....	6
1.8. La composition de la graine de lin.....	7
1.9. Utilisation et bienfaits du lin.....	7
2. Généralités sur les polyphénols.....	9
2.1. Présentation des polyphénols.....	9
2.2. Définition.....	10
2.3. Classification des polyphénols.....	11

2.4. Biosynthèse des polyphénols .....	13
2.4.1. Voie de l'acide shikimique.....	13
2.4.2. Voie de l'acétate / malonate .....	13
2.5. Rôle et intérêt des composés phénoliques.....	13
2.5.1. Chez les végétaux.....	13
2.5.2. Chez les êtres humains.....	14
2.5.2.1. Anti tumoral .....	14
2.5.2.2. Effets cardiovasculaires.....	14
2.5.2.3. Activité antioxydante .....	14
2.5.2.4. Activité antibactérienne.....	15
2.6. Le fromage .....	15
2.6.1. Histoire.....	15
2.6.2. Définition du fromage.....	15
2.6.3. Classification des fromages.....	16
2.6.3.1. Les fromages à pâte molle .....	16
2.6.3.2. Les fromages à pâte pressée non cuite et demi- cuite .....	16
2.6.3.3. Fromages fondus.....	16
2.6.3.4. Fromages frais.....	16
a - Définition .....	16
b - Composition et valeur énergétique.....	17

c - Principales étapes de fabrication du fromage frais .....	18
d - Enrichissement.....	20
3. Généralités sur les bactéries lactiques .....	21
3.1. Définition et principales caractéristiques .....	21
1. Objectif du travail et lieu de stage .....	24
1.1. Diagramme du travail .....	24
1.2. Appareils : .....	25
2. Matériel .....	25
2.1. Matériel végétal.....	25
3. Méthodes utilisées .....	25
3.1. Analyses physico-chimiques.....	25
3.1.1. Détermination de taux d'humidité .....	25
3.1.1.1. Principe.....	25
3.1.1.2. Mode opératoire :.....	25
3.1.2. Détermination du pH.....	26
3.1.3. Détermination de l'extrait sec total (EST).....	26
3.1.4. Détermination de la teneur en matière grasses .....	27
3.1.5. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD) .....	27
3.1.6. Dosage des polyphénols totaux .....	28
3.1.6.1. Extraction de gel de la graine de lin .....	28

3.1.6.2. Dosage des polyphénols totaux .....	28
3.2. Analyses microbiologiques .....	29
3.2.1. Préparation de la solution mère .....	29
3.2.2. Dénombrement des microorganismes recherchées .....	29
3.2.2.1. Levure et moisissures .....	29
3.2.2.2. Coliformes totaux .....	29
3.2.2.3. <i>E coli</i> .....	30
3.2.3. Dénombrement des microorganismes à intérêt sanitaire : .....	30
3.2.3.1. Recherche des <i>salmonelles</i> .....	30
3.3. Analyses sensorielles .....	31
1. Résultats des analyses physico-chimiques .....	32
1.1. Analyses physico-chimiques de fromage avant enrichissement .....	32
1.2. Analyses physico-chimique du fromage enrichi en poudre de lin( 0,5%) .....	33
1.3. Analyse physico-chimique du fromage enrichi par (0.25%) de la poudre des graines de lin et (0,25%) de graines entières .....	34
1.3.1. Détermination du taux d'humidité .....	35
1.3.2. pH.....	35
1.3.3. L'extrait sec total.....	35
1.3.4. La matière grasse.....	36
1.3.5. L'extrait sec dégraissé.....	36
1.4. Dosage des polyphénols totaux.....	36

2. Résultats des analyses microbiologiques .....	37
3. Résultats des analyses sensorielles.....	38
3.1. Evaluation de la qualité sensorielle.....	40
3.1.1. Couleur.....	40
3.1.2. Odeur.....	41
3.1.3. Acidité.....	42
3.1.4. Texture .....	42
3.1.5. Amertume .....	43
3.1.6. Arome .....	44
3.2. Décrispation finale.....	44
3.3. Evaluation de l'acceptabilité globale des fromages analysés.....	45
Conclusion.....	46
Annexes.....	59
Résumé .....	59

## *Liste des figures*

<b>Figure 1:</b> Planche botanique du lin cultivé .....	4
<b>Figure 2 :</b> Fleur de lin (A) , capsules à maturité (B) et leur contenu en graines (C) .....	5
<b>Figure 3 :</b> Principaux pays producteurs de lin oléagineux en 2010.....	6
<b>Figure 4 :</b> Diagramme de l'utilisation du lin .....	8
<b>Figure 5:</b> Structure d'unité de base des polyphénols .....	10
<b>Figure 6 :</b> Schéma général de la technologie de fabrication des fromages frais .....	20
<b>Figure 7 :</b> Micrographies électroniques de quelques bactéries lactiques et espèces apparentées : A, <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> ; B, <i>Lactobacillus brevis</i> ; C, <i>Pediococcus pentosaceus</i> ; D, <i>Lactobacillus casei</i> ; E, <i>Lactococcus lactis</i> ; F, <i>Brevibacterium linens</i> ; G, <i>Lactobacillus helveticus</i> ; H, <i>Streptococcus thermophilus</i> ; and I, <i>Bifidobacterium longum</i> ..	22
<b>Figure 8:</b> diagramme des étapes de l'expérimentation. ....	24
<b>Figure 9 :</b> Le dosage des polyphénols.....	36
<b>Figure 10:</b> Dénombrement des levures et moisissure.....	38
<b>Figure 11 :</b> Dénombrement d' <i>E. coli</i> . ....	38
<b>Figure 12 :</b> évaluation préférence de couleur des produits finis. ....	40
<b>Figure 13 :</b> évaluation préférentielle d'odeur des produit finis. ....	41
<b>Figure 14 :</b> évaluation préférentielle de l'acidité des produits finis.....	42
<b>Figure 15 :</b> Evaluation préférentielle des produits finis.....	42
<b>Figure 16 :</b> Evaluation préférentielle d'amertume des produits finis. ....	43
<b>Figure 17 :</b> Evaluation préférentielle de l'arôme des produits finis.....	44
<b>Figure 18:</b> Description finale des produits finis. ....	44
<b>Figure 19 :</b> Histogramme de préférence des deux types de fromage.....	45

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau I :</b> Classification du lin .....	3
<b>Tableau II :</b> Composition chimique (%) des grains de lin .....	7
<b>Tableau III:</b> Bienfaits du lin pour la santé .....	9
<b>Tableau IV:</b> Principales classes des composés phénoliques .....	11
<b>Tableau V:</b> Teneurs des différents flavonoïdes dans les graines de lin d'après .....	12
<b>Tableau VI:</b> Activités biologiques de quelques composés phénoliques .....	14
<b>Tableau VII:</b> Composition moyenne pour 100g de fromage frais.....	17
<b>Tableau VIII:</b> Les différents genres de bactéries lactiques d'intérêt en microbiologie des aliments et leurs principales caractéristiques .....	23
<b>Tableau IX:</b> Résultats du paramètre physico-chimique de fromage avant enrichissement. ...	32
<b>Tableau X:</b> Résultats des paramètres physico-chimiques de fromage enrichi par la poudre de lin.....	33
<b>Tableau XI:</b> Résultat des paramètres physico-chimiques de fromage mixte.....	34
<b>Tableau XII :</b> La teneur en polyphénols totaux de l'extrait du gel de lin .....	37
<b>Tableau XIII:</b> Les analyses microbiologiques des échantillons analysés.....	37
<b>Tableau XIV:</b> Résultats d'analyse sensorielle. ....	38

## *Liste des abréviations*

ABS : absence.

AC : acide.

ALA : acide alpha-linolénique.

AVC : accident vasculaire cérébral.

COA : acétylcoenzyme A.

E : entérocoques.

E-COLI : Escherichia-coli.

ESD : extrait sec dégraissé.

EST : extrait sec total.

F1 : fromage frais enrichi avec la poudre de lin.

F2 : fromage frais mixte (poudre et graine de lin).

FTAM : flore mésophile aérobie totale.

JORA : Journal officiel de la république Algérienne

LB : lactobacilles.

MG : matière grasse.

OGA : Organisme de gestion agréé.

PP : poly phénols.

S : streptocoques.

TBX : TRYPTONE BILE X GLUCURONIDE.

TM: Taux d'humidité

TST : (High temperature short time).

UV : ultraviolet.

XIXème : 19 e siècle.

# *Introduction*

### *Introduction*

Le fromage constitue un élément important dans l'alimentation humaine. Ses taux élevés en lactose, lipides et en protéines en font de lui un aliment nutritif, riche en énergie (**Walther *et al.*, 2008**).

Selon la nature du lait utilisé et les technologies mises en œuvre, il existe une très grande variété de fromages. Parmi eux, le fromage frais qui est caractérisé par à égouttage spontané, issu essentiellement de la fermentation lactique ou de l'action légère de la présure (**Guiraud, 2003**).

Un autre type de fromage est le fromage frais enrichi en herbes, épices et autres plantes qui sont ajoutées au fromage pour améliorer sa saveur, sa couleur et son apparence, ainsi que son attrait. De plus, ces herbes et épices sont une source de composés qui favorisent la santé et le bien-être des consommateurs (**Hayaloglu et FarKye., 2011**).

C'est dans cette optique que nous avons opté à l'élaboration d'un fromage frais enrichi avec la graine de lin, d'une part pour valoriser cette graine et d'autre part pour apporter au fromage les propriétés bénéfiques de cette plante.

La graine de lin contient des protéines, des fibres alimentaires, des polysaccharides, des composés polyphénoliques et des acides gras essentiels bénéfiques pour la santé qui pourraient aider à prévenir certaines maladies. Sa teneur en acide alpha-linolénique (ALA, un acide gras essentiel qui appartient à la famille des oméga-3) en fibres alimentaires et en lignanes présente un intérêt spécial pour les consommateurs (**Ilhem et Sarra., 2019**).

Les oméga-3 favorisent une meilleure communication entre les cellules du cerveau, régularisent le rythme cardiaque et agissent également comme puissant anti-inflammatoire (**Béliveau, 2006**).

Notre étude est divisée en deux parties :

Une synthèse bibliographique comportant des généralités sur la graine de lin, le fromage, les polyphénols et les bactéries lactiques.

Une étude expérimentale visant à fabriquer un fromage frais enrichi par les graines de lin (*Linum usitatissimum L.*) puis l'étude des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du produit fini. Une analyse sensorielle a ensuite été entreprise afin de juger l'acceptabilité du produit, nouvellement formulé par le consommateur.

*Chapitre I :*

*Etude bibliographique*

## 1. Généralités sur la graine de lin (*Linum usitatissimum* L.)

### 1.1. Historique

Le lin est une plante annuelle herbacée faisant partie de la famille des *Linacées* (Beard et Comstock, 1980). Cette famille présente plus de 200 espèces de lin, dont la plus répandue et la plus cultivée est *Linum usitatissimum*. (Bolsheva *et al.*, 2015). Le lin fut l'une des premières plantes cultivées par l'homme. Des traces de son existence datant de 8000 ans avant J.C. Il a été découvert dans des sites archéologiques à Tell Abu Hureya en Syrie. Il était largement implanté en Egypte et en Europe où il a été utilisé pour fabriquer du papier et des tissus durant plusieurs siècles.

De nos jours, le lin continue d'être largement cultivé pour la nourriture, son huile et ses fibres. (Oomah, 2001). C'est la troisième plus grande culture de fibres naturelles et l'une des cinq principales cultures oléagineuses au monde, étant cultivée dans plus de 50 pays. Le Canada est le principal producteur de lin, suivi de la Chine, des États-Unis et de l'Inde (Kasote *et al.*, 2013).

### 1.2. Définition

Le lin du nom Latin *Linum usitatissimum* signifie «le plus utile» (en anglais Flax, en arabe El-katan) est une plante herbacée annuelle qui appartient à la famille des *Linacées*. Le lin est utilisé dans les domaines de l'industrie de textile (fibres), alimentaire (graine et huile) et chimique (huile essentielle) (Beroual *et al.*, 2013). C'est une plante dressée, dont les ramifications s'élèvent en forme de corymbe au-dessus de la tige. Elle appartient au sous-embranchement des Angiospermes, et fait partie de l'ordre des *Linales*, de la famille des *Linacées*. (Fernald, 1950 ; Tutin *et al.*, 1972).

### 1.3. Classification

La famille des *Linacées* est géographiquement répandue avec environ 300 espèces dans le monde entier.

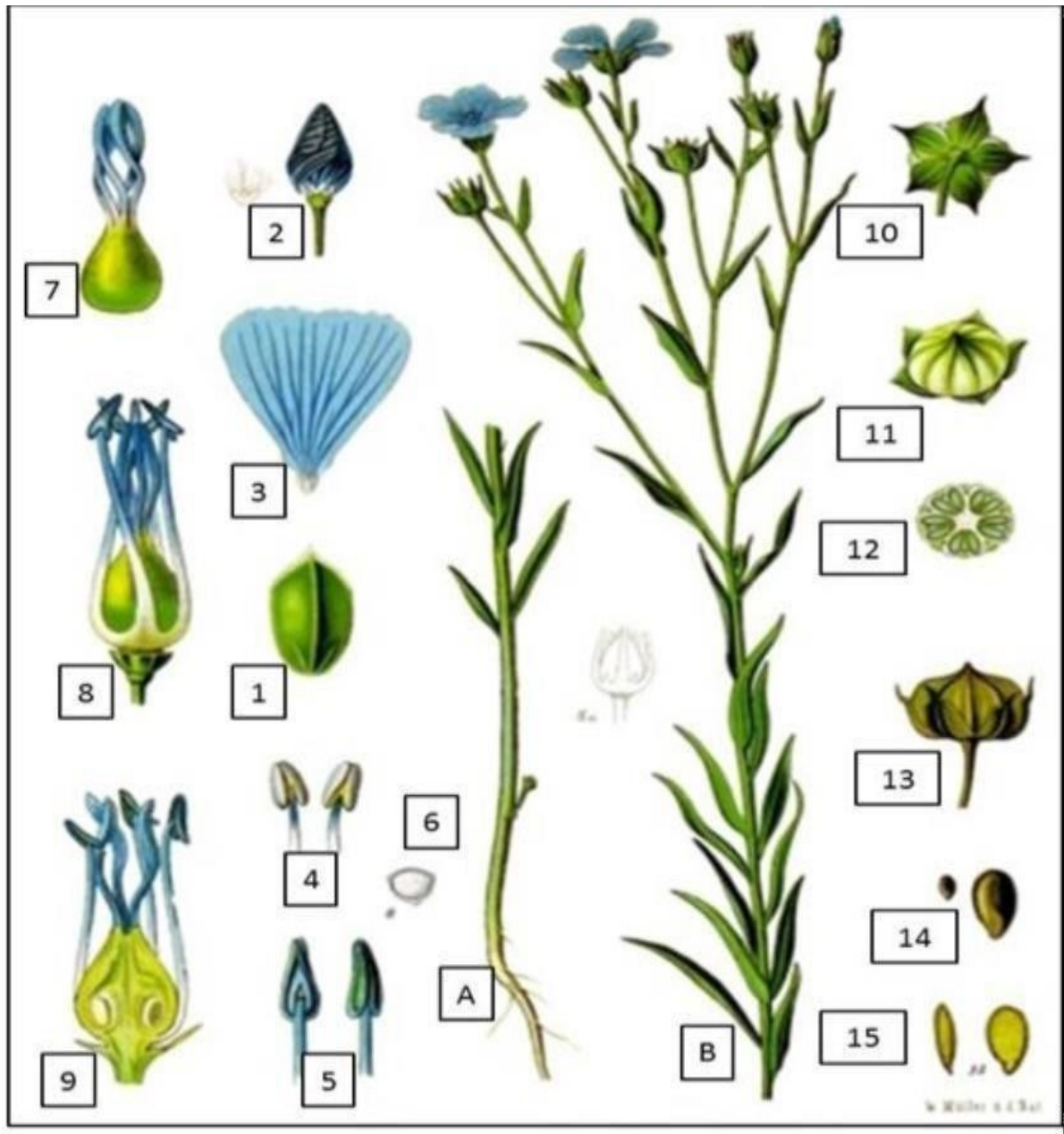
Cette famille est positionnée dans le royaume des plantes comme suit (Tableau I) :

Tableau I : Classification du lin (Guignard, 2015).

<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta (Angiospermes)</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida (Dicotyledones)</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Linales</i>
<b>Famille</b>	<i>Linaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Linum</i>
<b>Espèce</b>	<i>Linum usitatissimum</i> (espèce cultivée actuellement)

#### 1.4. Description botanique

C'est une plante dicotylédone autogame qui appartient à la famille des *Linacées* et au genre *Linum* (Bloedon et Szapary, 2004). Le lin est une plante annuelle, bisannuelle ou vivace, d'une extrême finesse, assez peu profondément enracinée (racine pivotante) car le lin est arraché, il n'est pas fauché. Cette plante pousse à une hauteur maximale de 60 cm, aux formes élancées et des tiges très fibreuses (Pradhan *et al.*, 2010). ( Figure 1)



**Figure 1:** Planche botanique du lin cultivé (*Linum usitatissimum* L.) (Sébastien, 2015).

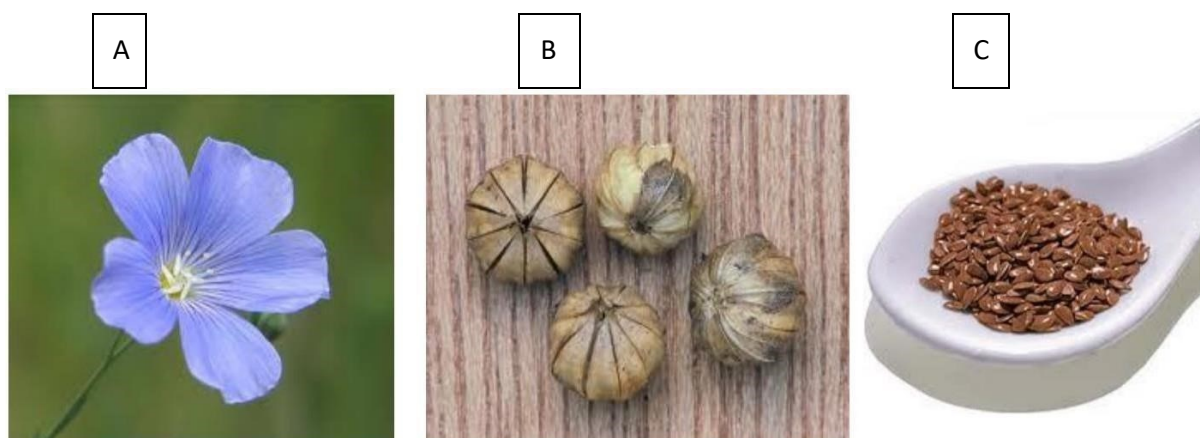
A, B : plante ; 1 : sépales ; 2 : bourgeon sans calice ; 3 : pétale ; 4 et 5 : étamines ; 6 : grain de pollen ; 7 : pilon avec 5 colonnes ; 8 et 9 : Fleur sans calice, corolle et étamines ; 10, 11 : fruit non mur (capsule) ; 12 : coupe transversale d'une capsule de lin ; 13 : fruit mature ; 14 : Graine de lin brune ; 15 : coupe longitudinale des graines de lin brune.

Ses feuilles sont simples, alternes et lancéolées. Les fleurs sont bleu clair ou blanc, hermaphrodites et hypogynes, elles ont un pédoncule dressé et allongé, 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines et un pistil formé de 5 carpelles séparés par autant de fausses cloisons. Le fruit, une capsule à cinq loges, contient un maximum de 10 graines.

## 1.5. Morphologie de la graine de lin

La graine de lin a une forme ovale, aplatie et lisse. Les dimensions des graines commerciales sont variables : de 3,0 à 6,4 mm de longueur, 1,8 à 3,4 mm de largeur et 0,6 à 1,5 mm d'épaisseur en moyenne (Freeman, 1995).

Les capsules de fruits sphériques contiennent deux graines dans chacune des cinq compartiments. La texture de la graine de lin est croquante et moelleuse possédant un goût agréable de noisette (Carter, 1996). (Figure 2 )



**Figure 2 :** Fleur de lin (A) , capsules à maturité (B) et leur contenu en graines (C) (Alachaher, 2018).

## 1.6. Production et culture du lin

### 1.6.1. Pays producteurs

Du point de vue de la production mondiale, le Canada est le principal producteur et exportateur de graines de lin. La production est assez variable (entre 720 000 tonnes et 930 000 tonnes ces dernières années) ((FAO, 2015).

Il représente à lui seul 38% de la production mondiale, soit 745000 tonnes/an en 2010, suivi de la Chine, représentant 18% avec 353000 tonnes/an (Figure 3). L'Union Européenne ne représente que 4% de la production mondiale, avec 80000 à 100000 tonnes/an. La France est le 3ème pays producteur de l'Union Européenne après l'Angleterre et la Belgique. La culture du lin est principalement concentrée dans les régions Centre et Nord-Ouest (Labalette *et al.*, 2011). (Figure 3).

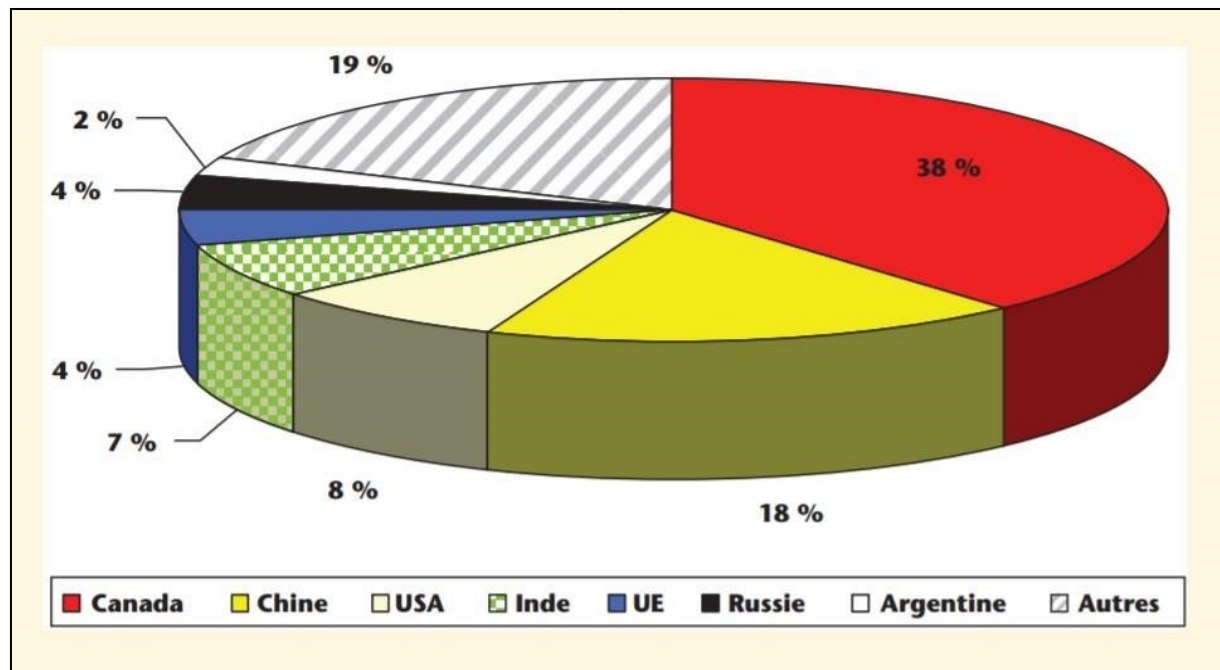


Figure 3 : Principaux pays producteurs de lin oléagineux en 2010 (Labalette *et al.*, 2011).

### 1.6.2. Culture

Le lin est une très bonne culture de rotation puisqu'il a de très faibles besoins en azote et n'appauvrit donc pas le sol. Il aime pour sa culture, une terre légère et fraîche. La récolte du lin s'effectue à sa parfaite maturité, on l'arrache, on le fait sécher en plein air ou à l'abri, on bat les tiges pour en détache les graines. Une soufflée d'air chaud termine le séchage et élimine les fibres ou les feuilles restantes (Pierre et Lis, 2011).

### 1.7. Variétés de lin

Le développement industriel a conduit a la sélection de deux familles de lin, l'une pour la culture des graines riches en huile polyinsaturée et plus particulièrement en acidelinoléique (lin oléagineux) et l'autre pour ses fibres contenues dans ses tiges (lin "fibre") (Vaisey et Morris, 2003). Contrairement au lin fibre, le lin oléagineux présente un taux de ramifications des tiges plus important, ce qui conduit a une production plus élevée des grains.

Les variétés de lin oléagineux sont différenciées en variétés de printemps et d'hiver. Le lin de printemps est semé en mars et le lin d'hiver est semé en septembre et présente un rendement en graines plus stable, car la variété est plus tolérante au froid et moins sensible aux stress environnementaux (Labalette, 2011).

## 1.8. La composition de la graine de lin

La composition du lin varie selon la variété et les facteurs environnementaux (Daun *et al.*, 2003). La graine contient environ 40% lipides, 30% de fibres alimentaires et 20% de protéines. Le (Tableau 2). Elle est riche en lipides (oméga-3), essentiellement l'acide alpha-linoléique (ALA). L'appellation linoléique provient de l'allemand lein ol (huile de lin). La composition chimique varie considérablement entre les variétés et dépend aussi des conditions de l'environnement dans lesquelles la plante est cultivée. Les cotylédons contiennent 75% de lipides et 76% de la protéine est trouvée dans les semences. L'endosperme contient seulement 23% des lipides et 16% de protéines (Daun *et al.*, 2003; Oomah, 2003). (Tableau II)

**Tableau II :** Composition chimique (%) des grains de lin (Rubilar *et al.*, 2010)

Humidité	Protéines	Lipides	Fibres	Cendres	Référence
7,4	23,4	45,2	-	3,5	Mueller <i>et al.</i> , 2010
4-8	20-25	30-40	20-25	3-4	Coskuner & Karababa, 2007

## 1.9. Utilisation et bienfaits du lin

### 1.9.1. Utilisation

Le lin est redécouvert comme véritable aliment indispensable pour la santé. Traditionnellement, le lin et de son huile sont utilisés pour divers usage incluant l'usage industriel tels que : l'industrie de transformation alimentaire comme ingrédient, l'industrie pharmaceutique, l'alimentation animale, la fabrication de peintures. Ces nombreuses utilisations sont schématisées dans le diagramme de la figure 9 ci-dessous. (Laiq Khan *et al.*, 2010).

L'utilisation de la graine de lin est résumée dans le diagramme de la Figure 4.

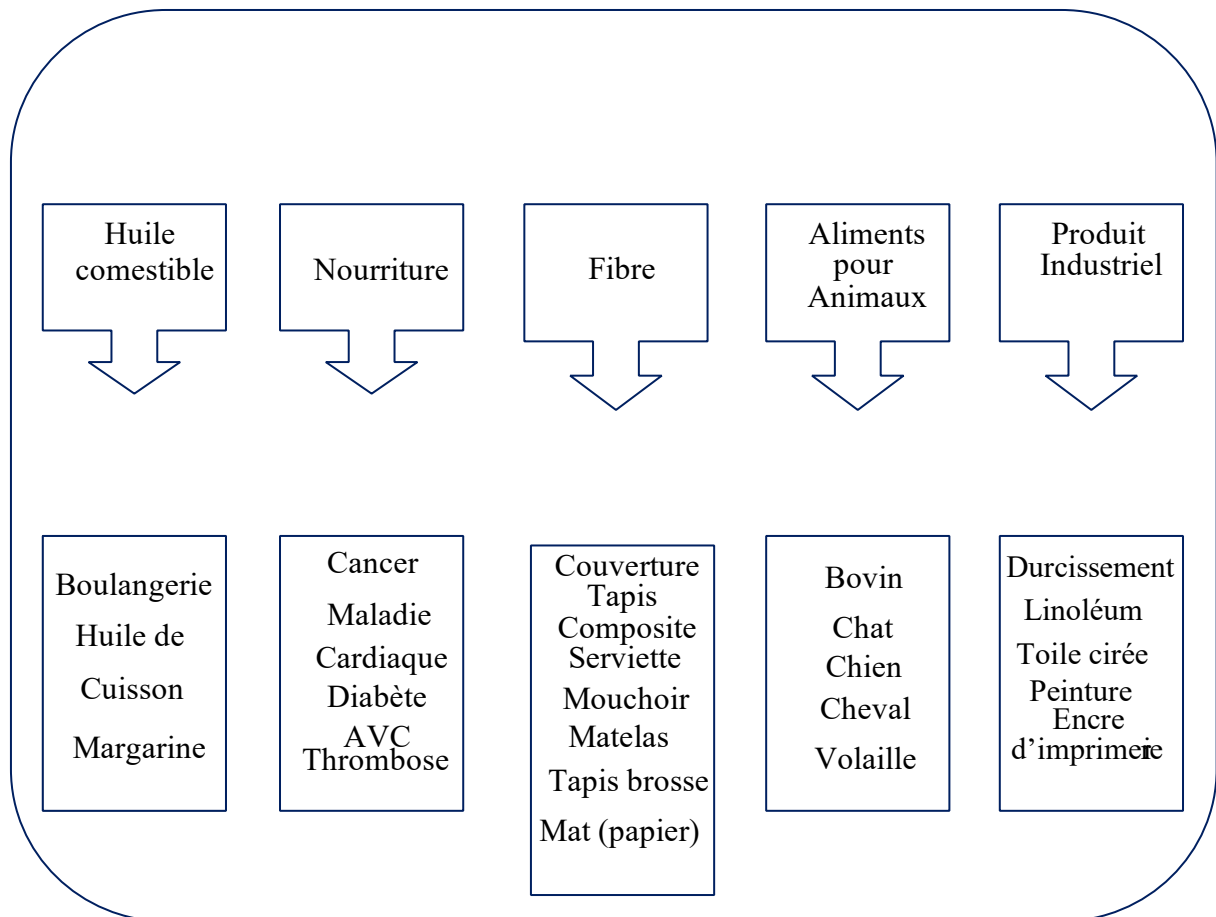


Figure 4 : Diagramme de l'utilisation du lin (Laiq Khan *et al.*, 2010).

### 1.9.2. Bienfaits du lin sur la santé

Les graines de lin constituent une source riche en acide alpha linoléique (ALA), en lignanes et en fibres alimentaires (Day *et al.* 2005). Ces composés ont des effets contre plusieurs maladies (Tableau III). En effet, le lin abaisse les concentrations en cholestérol total sérique et contribue à réduire le risque des maladies cardio-vasculaires, grâce aux actions de l'ALA (Mozaffarian, 2005). Par ailleurs, la consommation quotidienne du lin augmente l'apport en ALA, les fibres alimentaires du lin exercent un effet laxatif et aident au bon fonctionnement de l'intestin.

Le goût de noisette agréable du lin le rend un ajout idéal aux céréales chaudes et froides, au lait frappé, aux biscuits et autres produits de boulangerie, au pain de viande, aux pâtes et à la soupe (Alachaher, 2018). (Tableau III).

Tableau III: Bienfaits du lin pour la santé (Zhang *et al.*, 2008).

Composition des grains de lin	Bienfait pour la santé
Fibres solubles. Fibres insolubles	Réduction de la cholestérolémie et de glycémie. Reduction de la fonction intestinale.
Acide alpha-linolénique	-Réduction du risque de coronaropathie et de cancer. -Réduction de la cholestérolémie et des concentrations de biomarqueurs inflammatoires,
Lignages	Traitement de l'hypertrophie de la prostate. Prevention du cancer. Maîtrise de la néphropathie lupique (insuffisance rénale). Reduction des risques liés aux maladies cardiovasculaires, et aux maladies inflammatoires chroniques de l'intestin.

## 2. Généralités sur les polyphénols

### 2.1. Présentation des polyphénols

Les végétaux ont la particularité de synthétiser un grand nombre de substances chimiques appelées métabolites secondaires. Ces métabolites sont des molécules nécessaires à la défense de la plante contre les agressions extérieures. Les métabolites secondaires présentent une grande variété structurale, plus de 200 000 structures définies (Hartmann, 2007). Ces dernières années ils se sont largement utilisés dans le domaine thérapeutique. (Anderson et Markham, 2006). Les composés phénoliques ou les polyphénols (PP) sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, largement distribués possédant plusieurs groupements phénoliques,

avec ou non d'autres fonctions et comportant au moins 9000 structures connues différentes (Bahorun, 1997).

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) ; et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogénèse, la germination des graines et la maturation des fruits (Boizot et Charpentier, 2006).

## 2.2. Définition

Les polyphénols, dénommés aussi composés phénoliques (Achat, 2013) constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Allant de simples molécules comme les acides phénoliques à des substances hautement polymérisées comme les tanins (Mumper, 2010). D'un point de vue thérapeutique, ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve dans les plantes médicinales (Visioli *et al.*, 2000 ; Macheix *et al.*, 2005). (Figure 5)

La structure des composés phénoliques naturels varie depuis les molécules simples (acides phénoliques simples) vers les molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés) (Macheix *et al.*, 2005).

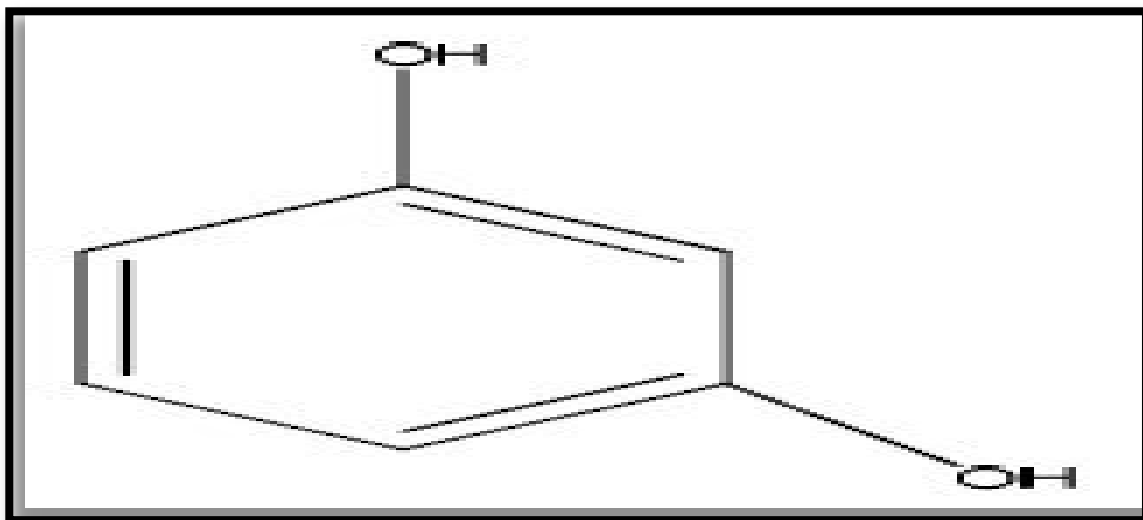


Figure 5: Structure d'unité de base des polyphénols (Ghnimi, 2015).

### 2.3. Classification des polyphénols

Les polyphénols forment un très vaste ensemble de substances chimiques, ils peuvent être classifiés selon le nombre et l'arrangement de leurs atomes de carbones (Sarni *et al.*, 2006). Ces molécules sont généralement trouvés conjuguées aux sucres et les acides organiques (Benhammou, 2012). Une classification de ces substances a été proposée par Harborne (1980). Il existe différentes classes, notamment : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins. (Bessas, 2008). (Tableau IV).

**Tableau IV:** Principales classes des composés phénoliques (Bruneton, 1999 ; Hennebelle, 2006).

Nombre d'atome de carbone	Squelette de base	Classe	exemples	Plantes
6	C6	Phénols simples	Cathécol, hydroquinone	Busserole
7	C6-C1	Acides phénols Benzoïques	Ac. Gallique, Ac. Salysalique, vaniline	Artichaut Saule
8	C6-C2	Acétophénones	3-acétyl6-méthoxybenzaldehyde	Saule
9	C6-C3	Acides phénols Cinnamiques	Ac. Coumarique Ac. Caféique	Romarin Marronnier d'inde
10	C6-C4	Naphtoquinones	Shikonine	Drosera spp.
13	C6-C1-C6	Xanthones	Bellidifoline, mangocétine	Racine de gentiane, Centaurée
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Hydrangéol, Pinosylvine	Raisin, pin
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes Isoflavonoïdes	Quercétine, Roténoïde	Ginkgo Thym camomille
18	(C6-C3) <sub>2</sub>	Lignanes	Matairésinol	Chardon
30	(C6-C3-C6) <sub>2</sub>	Bi flavonoïdes	Amentoflavone, Hinokiflavone	Carcinia Hypeicum
N	(C6-C3-C6) <sub>n</sub>	Tanins condensés (proanthocyanidols)	Aesculitanins	Marronnier d'inde, vigne

### Les flavonoïdes :

Les graines de lin sont constituées majoritairement de flavonols (Oomah *et al.*, 1996). Ils sont composés de kaempférol, de quercétine et d'herbacétine. Ces composés se retrouvent sous la forme glycosylée (Qiu *et al.*, 1999 ; Zuk *et al.*, 2011 ; Kasote, 2013 ; Fliniaux *et al.*, 2014). Les graines de lin accumulent également des anthocyanidines, des flavanones et des proanthocyanidines. (Zuk *et al.*, 2011,2012).

- les flavonols, isoflavonones, flavanols, proanthocyanidines, anthocyanines, flavanones, flavones. Les non flavonoïdes : les stilbènes, les acides phénoliques et les lignanes. (Oliver *et al.*, 2016). (Tableau V).

**Tableau V:** Teneurs des différents flavonoïdes dans les graines de lin d'après (Zuk *et al.*, 2011, 2012 ; Fliniaux *et al.*, 2014)

Classe	Molécules	Teneur en mg/100g de graine* ou de tourteaux**	Références
Flavonols	Kaempférol	0,5*	(Zuk <i>et al.</i> , 2011)
	Quercétine	0,4*	(Zuk <i>et al.</i> , 2011)
	Herbacétine	576**	(Fliniaux <i>et al.</i> , 2014)
Flavanoes	/	0,8*	(Zuk <i>et al.</i> , 2011)
Anthocyanines	/	0,4*	(Zuk <i>et al.</i> , 2011)
Proanthocyanidines (polymère de flavanols) (tannins condensés)	/	3,00	(Zuk <i>et al.</i> , 2012)

**Lignanes :**

La source majeure de lignanes dans notre alimentation est la graine de lin, qui est 1000 fois plus concentrée que toutes les autres sources, comme les algues, les légumineuses (lentilles), les céréales (blé) et les légumes (asperges, carottes). (Manach *et al.*, 2004)

**2.4. Biosynthèse des polyphénols**

Les composés phénoliques sont issus par deux grandes voies métaboliques :

La voie de l'acide shikimique et la voie de l'acétate/malonate.

**2.4.1. Voie de l'acide shikimique**

Qui conduit après transamination et désamination, aux acides cinnamiques et à leurs nombreux dérivés tels que les acides benzoïques ou les phénols simples (Knaggs, 2003).

**2.4.2. Voie de l'acétate / malonate**

La glycolyse et la  $\beta$ -oxydation aboutissent à la formation de l'acétyl CoA donnant le malonate. C'est à travers cette voie que s'effectue la cyclisation des chaînes polycétoniques, obtenues par condensation répétée d'unités « Acétate » qui se fait par carboxylation de l'acétyl-CoA. Cette réaction est catalysée par l'enzyme acétyl-CoA carboxylase. (Akroum, 2010).

**2.5. Rôle et intérêt des composés phénoliques****2.5.1. Chez les végétaux**

Les composés phénoliques peuvent intervenir dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites...), dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV); soit directement dans la nature soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux; dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles...) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules...) et des produits qui en dérivent par la transformation; dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentées...) pendant lesquels apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini. (Fleuriet *et al.*, 2005).

### 2.5.2. Chez les êtres humains

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en générale et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs divers propriétés physiologiques comme : Les activités antiallergiques, anti-atherogénique, anti-inflammatoire, hépato-protective, Antimicrobienne, antivirale, antibactérienne, anticarcinogénique, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatatoire (Middleton *et al.*, 2000 ; Ksouri *et al.*, 2007).( Tableau VI ).

**Tableau VI:** Activités biologiques de quelques composés phénoliques (Hennebelle, 2006).

Composés	Phénoliques	Activité biologique
<b>Ac. Phénols</b>	Ac. Caféique Ac. Salicylique	Antibactérienne Antifongique, antioxydante
<b>Tanins</b>	Tanin gallique Proanthocyanidine	Effet stabilisant sur le collagène, antioxydant, anti-diarrhéique, effet antiseptique, effet Vasoconstricteur
<b>Flavonoïdes</b>	Lutéoline Catéchine Hespéridine Quercétine Naringénine	Antitumorale, anticarcinogène, anti-inflammatoire, antioxydante, antiallergique, antiulcéreuse, antivirale, antimicrobienne, hypotenseur diurétique.
<b>Coumarines</b>	Dicoumarol	Anticoagulant, antioxydant, protectrice vasculaire et antioedémateuse

#### 2.5.2.1. Anti tumoral

La lignane de lin réduit la croissance des tumeurs mammaires. Alors que l'huile de lin diminue significativement la multiplicité et la taille de tumeur chez l'intestin grêle et le colon. (Daun *et al.*, 1996 ; Bommarreddy *et al.*, 2009).

#### 2.5.2.2. Effets cardiovasculaires

De nombreux travaux suggèrent que les flavonoïdes participent à la prévention des maladies cardiovasculaires ; Etudes faites par plusieurs auteurs (Crozier *et al.*, 2010).

#### 2.5.2.3. Activité antioxydante

Les flavonoïdes possèdent de nombreuses activités biologiques, ces activités sont attribuées en partie aux propriétés antioxydantes de ces composés naturels. (Fuhrman *et al.*, 1995).

L'action antioxydante de ces composés ne s'exerce pas seulement par l'inhibition des radicaux libres, mais elle se manifeste aussi par la neutralisation d'enzymes oxydantes et par la chélation

d'ions métalliques responsables de la production des espèces réactives de l'oxygène (**Halliwell, 1994 ; Cotelle, 2001**).

#### **2.5.2.4. Activité antibactérienne**

Il a été rapporté que les extraits de plantes et beaucoup d'autres préparations phytochimiques riches en flavonoïdes ont possédé une activité antimicrobienne (**Tim et al., 2005**).

Grâce à leur structure caractérisée par la présence de groupe phénolique, et d'autres fonctions chimiques, les flavonoïdes sont considérés de très bons agents antimicrobiens (**Harborne et Williams., 2000**).

### **2.6. Le fromage**

#### **2.6.1. Histoire**

Le premier fromage serait apparu à l'époque du néolithique, mais il n'était certainement pas prémédité ! Il est pourtant devenu absolument indispensable dans la gastronomie.

C'est difficile de déterminer avec exactitude à quand remonte l'invention du premier fromage. Ce que l'on sait, c'est qu'auparavant, son utilisation n'était absolument pas la même qu'aujourd'hui et qu'il aurait même été découvert complètement par hasard ! Les premiers fromages remonteraient à la préhistoire pendant le Néolithique, entre 6000 et 2200 ans avant notre ère. (**Dulor, 2002**).

Des preuves convaincantes montrent que la production laitière existait déjà en Égypte. Ainsi, la légende raconte que le mécanisme de fabrication du fromage a été découvert lors du transport du lait qui se faisait à partir de conteneurs confectionnés avec de la peau et des organes internes d'animaux. La présence de présure dans l'estomac de ces animaux aurait alors provoqué la transformation du lait en lait caillé et petit lait. Le fromage était né ! (**Vignola, 2002**)

Le mot "Fromage" dérive du latin « formaticum » qui veut dire « ce qui est fait dans une forme ». Au Moyen-âge (1200-1500 après J-C), le mot utilisé étant fromgi, fromton qui veut dire la variation ou le fromage (**Dulor, 2002**).

#### **2.6.2. Définition du fromage**

Le fromage selon la norme codex, est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum, caséines ne dépasse pas celui de lait. On obtient le fromage par coagulation complète du lait grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et, par égouttage partiel du

lactosérum résultant de cette Coagulation (**Carole et Vignola 2002**). Selon (**Zeller,1980**) Le fromage est défini par le décret n° 88-1206 du 30 décembre 1988 de la manière suivante « La dénomination « fromage » est réservée au produit fermenté ou non, affiné ou non, obtenu à partir des matières d'origine exclusivement Laitière. Les fromages sont des conserves de lait obtenues par coagulation, égouttage et acidification du caillé (**Bourgeois et Larpent, 1996**).

### **2.6.3. Classification des fromages**

#### **2.6.3.1. Les fromages à pâte molle**

La grande gamme de fromages français à pâte molle s'explique par diversité des conduites d'affinage et par l'emploi de schémas techniques très variés ils conduisent à l'obtention de caillés relativement «lactiques» tels que le Brie de Melun, à des caillés de «caractère présure» tel que le Pont-l'Évêque, en passant par un ensemble d'intermédiaires tels que les Camembert qui représentent 50% des pâtes molles fabriquées en France, un égouttage encuvé avec exsudation limitée de sérum est utilisée pour le Camembert au lait pasteurisé (**Mahaut et al., 2007**).

#### **2.6.3.2. Les fromages à pâte pressée non cuite et demi- cuite**

Quelques degrés de différence dans le chauffage du caillé séparent ces deux types de fromages. Ce chauffage a pour but de resserrer les grains de caillé donc d'extraire davantage de sérum. Ces fromages sont les suivants : cantal, salers, laguiole, cheddar, edam, gouda et mimolette, morbier, fromage à raclette, Reblochon, saint-Nectaire, SaintPaulin, Tome, Pyrénées. (**Gillis, 2000**).

#### **2.6.3.3. Fromages fondus**

Leur origine se situe en Montagne dans les chalets où les bergers faisaient recuire le babeurre restant après la fabrication du beurre, ou le petit lait extrait du caillé à fromage, la dénomination « fromage fondu » est réservé au produit de la fonte du fromage ou d'un mélange de fromages, additionné éventuellement avec d'autres produits laitiers, présentant une teneur minimale en matière sèche de 43g pour 100g de produit fini, et Etude bibliographique 25 une teneur minimale en matière grasse de 40g pour 100g de produit après complète dessiccation. (**Mahaut et al., 2007**).

#### **2.6.3.4. Fromages frais**

##### **a - Définition**

Les fromages frais sont des fromages à égouttage lent, n'ayant subi que la fermentation lactique obtenue avec des laits ou des crèmes propres à la consommation humaine. L'égouttage lent se fait en sacs ou filtres ou bien en cuves, mais les technologies modernes d'ultra filtration ou de centrifugation du caillé maigre permettent d'obtenir un égouttage rapide. (**Meunier-Goddik, 2004**).

Les diverses technologies employées permettent de distinguer :

- Les fromages blancs moulés où le garde son individualité à l'état de blocs ou de grains (type faisselle ou campagne).
- Les fromages blancs frais à structure homogène :à extrait sec faible et texture onctueuse comme les fromage blancs battus ou lissés, à extrait sec plus élevé et texture tartinable comme les petits suisse,(Gillot *et al.*, 2016).

**b - Composition et valeur énergétique**

Les fromages frais sont très riche en eau (entre 70 % et 82 %) constituent une forme de conservation des protéines, des matières grasses ainsi que d'une partie de calcium et de phosphore du lait. Leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques sont très appréciées par l'Homme. La composition du fromage frais dépend de la composition du lait d'origine et de la technologie mise en œuvre (Mahautet *et al.*, 2000).

Selon la FAO (1995), le fromage frais présente une valeur biologique et nutritionnelle élevée, en raison d'un taux favorable en acide aminés essentiels, notamment les acides aminés soufrés. La valeur nutritive du fromage frais varie selon la teneur en matières grasses du lait utilisé et le procédé de fabrication (Guțu, 2022).( Tableau VII).

**Tableau VII:** Composition moyenne pour 100g de fromage frais (Eck et Gillis, 2006).

Composition	Valeur pour 100gde fromage frais
Eau	79 g
Energie	118 Kcal
Glucides	4g
Lipides	7.5 g
Protéines	8.5 g
Calcium	100 mg
Phosphore	140 mg
Magnésium	10 mg
Potassium	130 mg
Sodium	40 mg
Zinc	0.5 mg
Thiamine	0.03 mg
Riboflavine	0.15 mg
Niacine	0.15mg

## **c - Principales étapes de fabrication du fromage frais**

Les principes de base de la fabrication des fromages sont les mêmes pour presque toutes les catégories de fromage. La fabrication consiste à enlever l'eau du lait avec pour conséquence la concentration d'une partie des protéines, des lipides, des minéraux et des vitamines. Les processus impliqués sont: la préparation du lait, la coagulation, l'égouttage, le salage et l'affinage (Grappin *et al.*, 2006).

### **c.1- Livraison du lait à l'usine :**

Les collecteurs transfèrent le lait des fermes laitières principalement situées dans un rayon de 20 km autour de la laiterie, sont livrés à l'usine. Le lait est entreposé dans des silos aseptisés jusqu'à ce qu'il soit utilisé, soit de 1 à 2 jours.

### **c.2 - Pasteurisation du lait :**

La pasteurisation vise à détruire les micro-organismes par chauffage à 72.5 C, suivi d'un refroidissement à 29.5 C. Ce procédé de pasteurisation du lait est nommé HTST (High Temperature Short Time), une durée de : 17 secondes

### **c.3- Coagulation :**

La coagulation correspond à une déstabilisation des micelles de caséines qui flocculent, puis se soudent pour former un gel emprisonnant les éléments solubles du lait. Elle peut être provoquée par acidification, par l'action d'une enzyme ou encore par l'action combinée des deux (Lapointe-Vignola, 2002). L'aptitude à la coagulation du lait dépend de son pH initiale, puis de sa teneur en calcium colloïdal et en caséines qui jouent un rôle primordial dans la mise en place du gel (Huurtaud *et al.*, 2001).

**c.1- Coagulation par acidification :** Le mécanisme de la coagulation acide est de nature électrochimique (Ramet, 1985). Elle est provoquée par la flore lactique qui transforme le lactose en acide lactique (Gelais et Tirard, 2002), ou par addition d'un acide minérale ou organique comme l'acide citrique (Gelais et Tirard, 2002).

**c.2- Coagulation enzymatique :** Il y a un grand nombre d'enzymes protéolytiques ayant la propriété de coaguler le lait, certaines sont d'origine animale comme la présure (composée de 80% de chymosine et 20% de pepsine) et d'autres d'origines végétale (Veisseyre, 1975).

**c.3- Coagulation par voie mixte :** C'est le résultat de l'action conjointe de la présure et de l'acidification lactique dans la pratique industrielle. Cependant, la formation du coagulum se fait généralement dominante par la présure (FAO, 1996).

### **c. 4-Egouttage**

Cette phase consiste en l'élimination plus ou moins grande du lactosérum emprisonné dans les mailles de gel formé par la voie acide et/ou enzymatique. Il est possible de distinguer dans cette phase deux actions complémentaires :

- L'expulsion du sérum par le coagulum qui se contracte et se concentre « Synérèse » ;
- La séparation du sérum et du caillé par action physique (**Jeantet, 2017**).

### **c.5- Salage**

Le salage a un rôle sensoriel, en donnant une saveur marquée au produit, et un rôle technologique en complétant l'égouttage, et en limitant l'acidification et la déminéralisation du caillé. L'ajout du sel permet également la sélection de la flore de l'affinage (**Hadry et Scher, 1997**).

### **C.6- Moulage**

Le moulage consiste à mouler le caillé à la louche en plusieurs passes dans des faisselles (**Mahaut et al., 2007**). Le moulage et le retournement permettent de donner la forme au fromage et de poursuivre l'élimination du lactosérum (**Carole et Vignola, 2002**).

### **c.7- Affinage ou maturation**

L'affinage est un phénomène très complexe. Chaque type de fromage est caractérisé par son propre mécanisme d'affinage. C'est la phase finale de la fabrication fromagère qui correspond à l'élimination d'une partie d'eau. (**Roger, 1979**).

### **c.8 - Conditionnement et conservation**

Dans le cas des pâtes fraîches, il est nécessaire de disposer d'un emballage assez rigide, résistant à l'humidité et imperméable à la vapeur d'eau et aux gaz. Un emballage transparent est recommandé pour permettre au consommateur de juger la qualité et l'intégrité du produit (**Anonyme, 2005**). La durée de stockage varie avec les types de fromage, le degré de maturation et de l'hygiène des manipulations, elle se fait à 4°C (**Anonyme, 2005**).

### **c.9- La distribution**

Les camions de distribution prennent la route pour livrer le fromage frais ,qui sera disponible dans plusieurs points de vente.(Figure6).

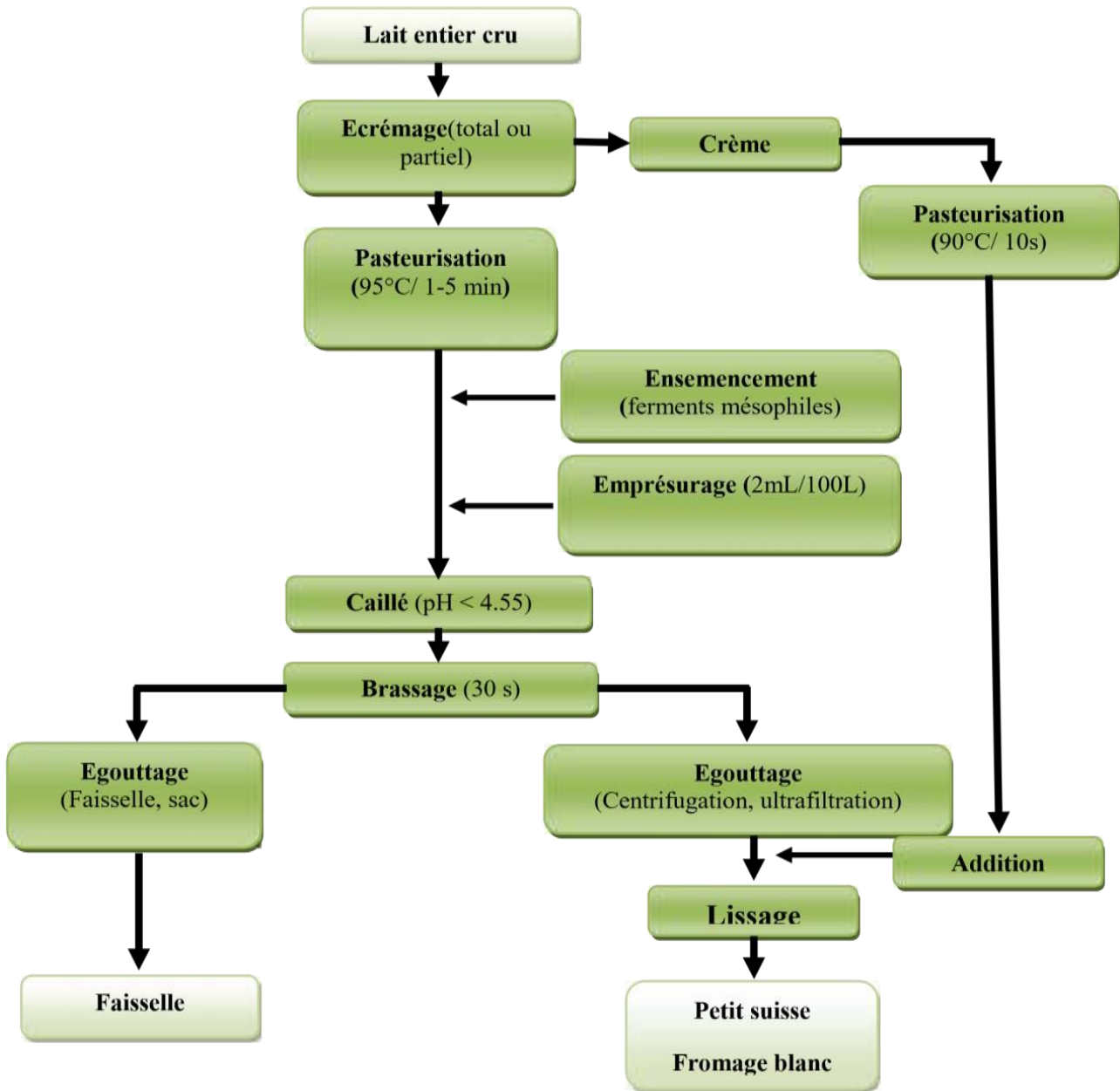


Figure 6 : Schéma général de la technologie de fabrication des fromages frais (Jeantet *et al.*, 2008).

#### d - Enrichissement

L'enrichissement est défini comme l'addition à un aliment d'un ou plusieurs nutriments essentiels, normalement ou non contenus dans l'aliment, avec pour objectif de prévenir ou de corriger une carence en un ou plusieurs nutriments, au sein d'une population ou de groupes de population spécifiquement vulnérables, les stratégies d'enrichissement utilisent des aliments vecteurs facilement accessibles et largement consommés.

### 3. Généralités sur les bactéries lactiques

Les bactéries lactiques ont été découvertes il y'a 3 milliard d'années, avant les cyanobactéries photosynthétiques. Ces bactéries constituent un groupe très hétérogène de microorganismes qui occupent un large éventail de niche écologiques : des surfaces de plantes aux viscères d'animaux (Sahraoui et Sadoun, 2015) .

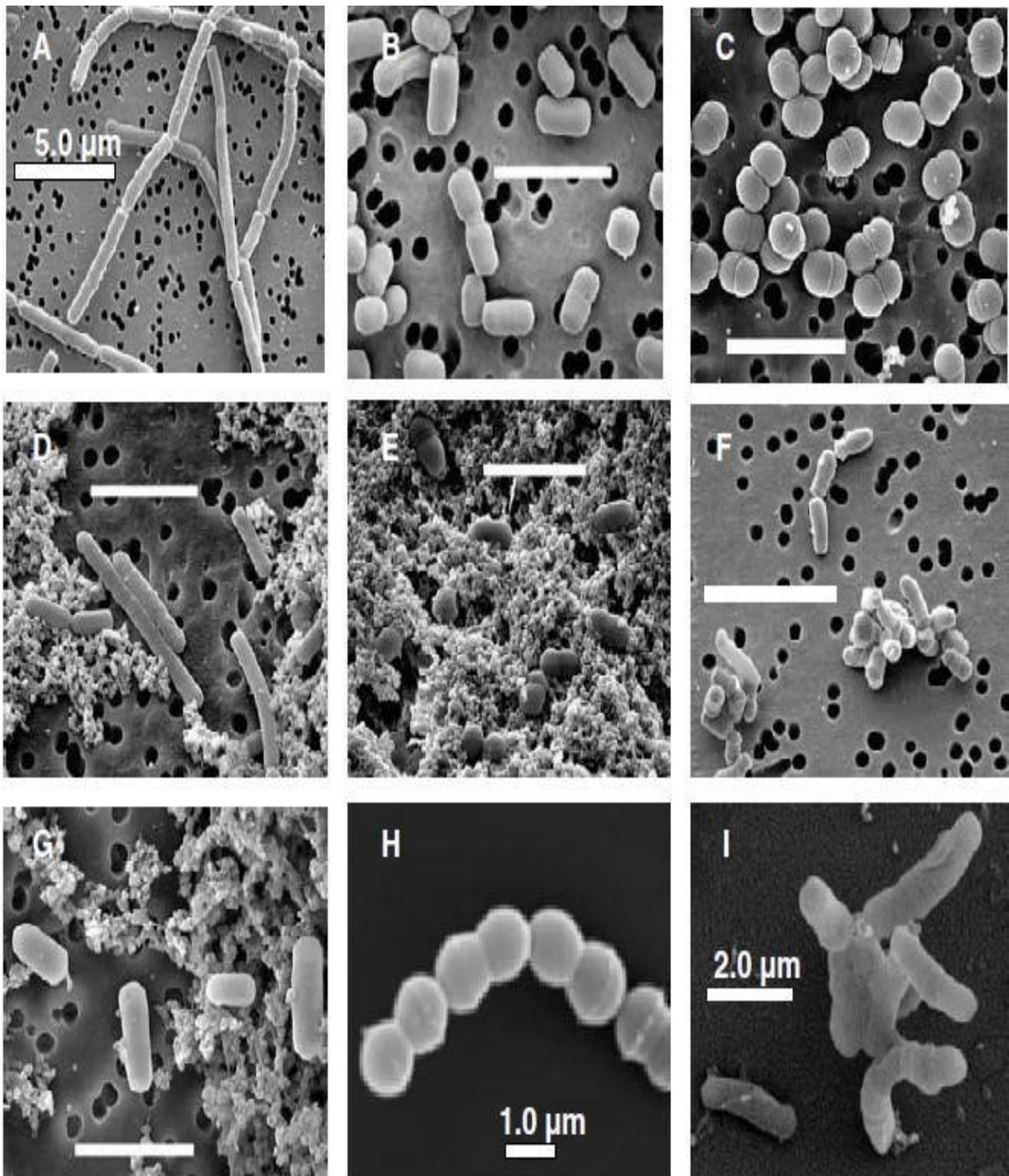
Sont des bactéries présentes dans les aliments. Ils sont consommés quotidiennement par un grand nombre de personnes, et en grande quantité. Certaines souches de bactéries lactiques sont considérées comme bonnes pour la santé humaine. Ils sont utilisés dans la fabrication et la conservation des produits alimentaires. Les laits fermentés et les yaourts contiennent des bactéries bénéfiques, dont de nombreuses études ont montré qu'elles contribuent à des effets positifs sur la santé. De nombreuses études cliniques ont montré que ces yaourts et laits fermentés peuvent être bénéfiques en cas d'intolérance au lactose, de diarrhée induite par les antibiotiques, voire de diarrhée virale (Drouault et Corthier, 2001).

#### 3.1. Définition et principales caractéristiques

Les bactérie lactiques ou bactéries de l'acide lactique a été défini par Orla- Jensen (1919) et réunit plusieurs genres caractérisés(figure 11), par leur capacité à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique. Depuis des siècles, les bactéries lactiques sont utilisées pour fermenter les aliments et mieux les conserver, leur usage s'est largement répondu dans les industries alimentaires (Mofredj *et al.*, 2007). Ce sont des bactéries à Gram positif, asporulées, anaérobies, catalase négative et oxydase négative, se présentant sous différentes formes (cocci, en bâtonnet ou ovoïdes). Ils se présentent sous forme de coquilles ou de bâtonnets de spores et tolèrent un pH acide ( $\text{pH} \leq 5$ ). Ils se composent de nombreux genres différents et sont classés comme homofermenteurs ou hétéro-fermenteurs en fonction de leurs produits de fermentation finaux. Les homofermenteurs produisent de l'acide lactique comme principal produit de fermentation, tandis que les hétérofermenteurs produisent de l'acide lactique, du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et de l'éthanol par fermentation du glucose. (Carr *et al.*, 2002). Les bactéries lactiques peuvent se développer dans une large gamme de températures, bien que la plupart soient mésophiles ou modérément thermophiles, avec des températures optimales de  $30^\circ\text{C}$  et  $40^\circ\text{C}$ , respectivement. Ils ont des besoins nutritionnels complexes, certaines espèces poussent sur des aliments riches en nutriments, d'autres prospèrent lorsque le profil nutritionnel n'est pas idéal. (Hutkins, 2006).(tableau VIII).

Les bactéries lactiques sont des bactéries qui regroupent 12 genres :

*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Carnobacterium*, *Oenococcus*, *Aerococcus*, *Tetragenococcus* et *Vagococcus* (De Vos et al., 2009).



**Figure 7 :** Micrographies électroniques de quelques bactéries lactiques et espèces apparentées : A, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* ; B, *Lactobacillus brevis* ; C, *Pediococcus pentosaceus* ; D, *Lactobacillus casei* ; E, *Lactococcus lactis* ; F, *Brevibacterium linens* ; G, *Lactobacillus helveticus* ; H, *Streptococcus thermophilus* ; and I, *Bifidobacterium longum* (Hutkins, 2006).

**Tableau VIII:** Les différents genres de bactéries lactiques d'intérêt en microbiologie des aliments et leurs principales caractéristiques (**Federichi, 2005**).

Genre	Morphologie	Fermentation		Température optimale de croissance	Habitats Principaux
<i>Lactobacillus</i>	Bacilles	Homofermentaires ou Hétérofermentaires		Thermophile ou mésophile	Produits laitiers, carnés, Végétaux
<i>Carnobacterium</i>	Bacilles	Hétérofermentaires		Psychrotrophes	Produits carnés, poissons, produits laitiers
<i>Lactococcus</i>	Coques	Hétérofermentaires		Mésophile	Produits laitiers, végétaux
<i>Streptococcus</i>	Coques	Homofermentaires		Mésophiles ou thermophiles	Produits laitiers
<i>Enterococcus</i>	Coques	Homofermentaires		Mésophiles	Produits laitiers
<i>Pediococcus</i>	Coques en tétrades	Homofermentaires		Mésophiles	Bières, produits végétaux, Saucissons
<i>Leuconostoc</i>	Coques	Hétérofermentaires		Mésophiles	Produits végétaux produits laitiers

*Chapitre II:*

*Matériel et méthodes*

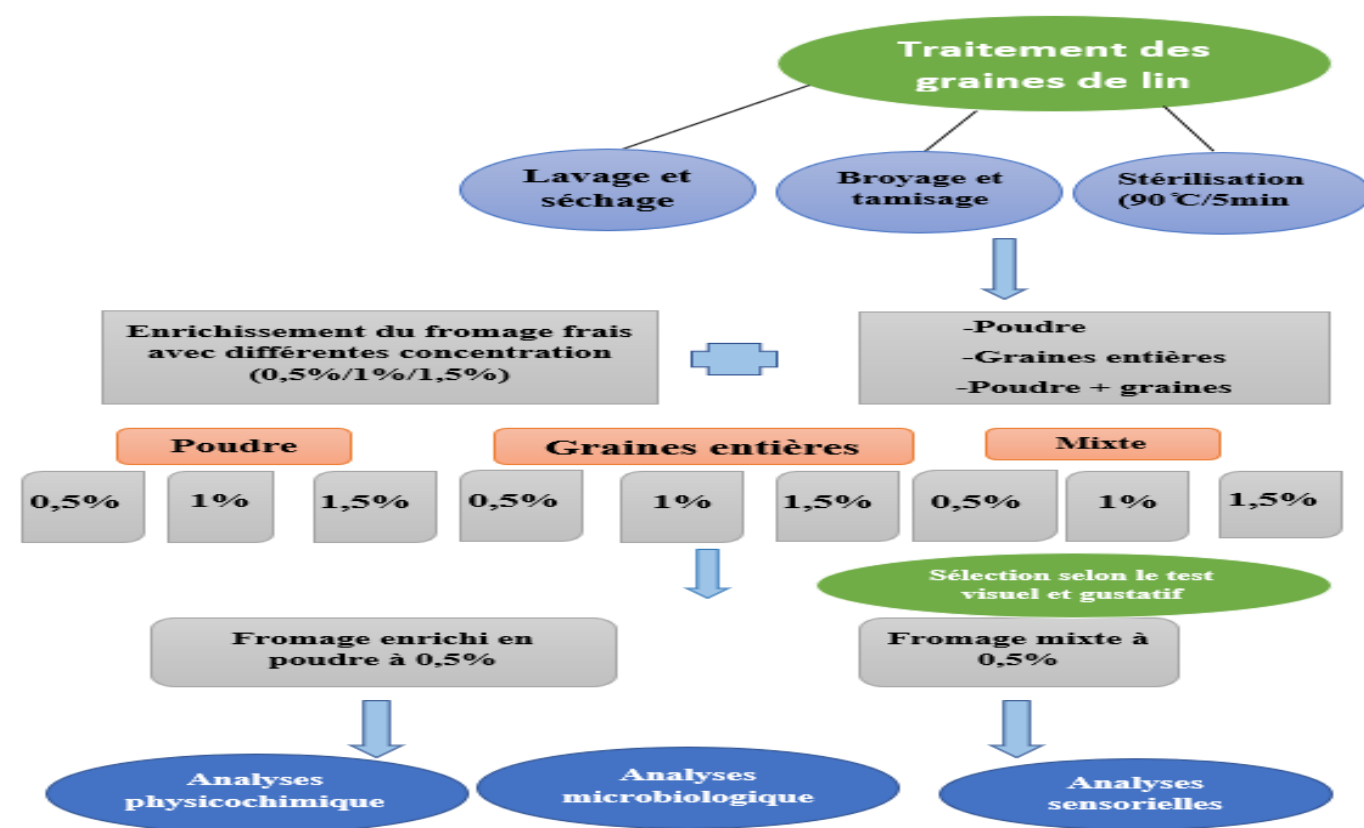
## 1. Objectif du travail et lieu de stage

Notre étude a été déroulée à l'unité STLD du Draa Ben Khedda et laboratoire microbiologique de l'université de Tizi Ouzou. Le présent travail a pour objectif d'enrichir le fromage frais (100 g) par les graines de lin sous trois formes (Graines sans broyage, poudre de graines de lin et un mélange de poudre et graines). en utilisant trois concentrations différentes (0,5%, 1%, 1,5%).

-Réalisation d'une étude des caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles des fromages choisis après le test gustatif et visuel

### 1.1. Diagramme du travail

Notre étude expérimentale s'est déroulée au laboratoire de laiterie « Draa Ben Khedda », Tizi-ouzo est résumée à travers le diagramme illustré dans la (Figure 8).



- Dosage des polyphénols totaux ;
- Détermination du pH
- Détermination de la matière grasse
- Détermination de taux d'humidité
- Détermination de l'extrait sec total (EST)
- Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)
- Dénombrement des coliformes.
- Dénombrement des levures et moisissures
- Dénombrement des salmonelles.
- Dénombrement de *E.coli*.

Figure 8: diagramme des étapes de l'expérimentation.

## **1.2. Appareils :**

Les appareils utilisés dans notre travail sont résumés dans l'Annexe (1).

## **2. Matériel**

### **2.1. Matériel végétal**

Les graines de lin utilisées (*Linum usitatissimum L.*) pour l'enrichissement dans le laboratoire sont des graines commercialisées achetées chez un herboriste dans le marché local à Draa Ben Khedda "Dar el kounouz" au mois de juillet 2022.

Les graines de lin ont subi plusieurs étapes pendant leur préparation :

- Un triage manuel.
- Lavage avec l'eau et vinaigre pour l'élimination des impuretés.
- Séchage naturel par l'exposition au soleil.
- Une quantité (100 g) a été broyée en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique (Bolansler). alors que le reste de la quantité a été gardés sous forme graines entières.
- Les deux quantités ainsi obtenues sont conservées dans des sacs en plastique stériles fermés

## **3. Méthodes utilisées**

### **3.1. Analyses physico-chimiques**

Ces contrôles ont pour but de vérifier la qualité intrinsèque du fromage en se basant sur les mesures de certaines caractéristiques notamment l'extrait sec total (EST) , la matière grasse( MG) le rapport de la matière grasse sur l'extrait (MG/EST) et la mesure du ph, des matières premières usagées y compris le produit fini, pour les comparer aux normes exigées .

#### **3.1.1. Détermination de taux d'humidité**

##### **3.1.1.1. Principe**

Le taux d'humidité est déterminé à l'aide d'un dessiccateur à infrarouge ( Hittler-Toledo). Cet appareil émet des radiations infrarouges qui permettent l'évaporation de l'eau dans l'échantillon. Le poids de l'échantillon est contrôlé à l'aide d'une balance intégrée (AFNOR, 1985).

##### **3.1.1.2. Mode opératoire :**

A l'intérieur d'un dessiccateur infrarouge, placer une capsule préalablement séchée et tarée contenant 2,6 à 3,3 g de l'échantillon à analyser.

- Pour le fromage : tarer d'abord une capsule vide (M0), pour peser l'échantillon (M1).
- Laisser l'étuve pendant 3h à une température de 103°C.
- Repeser l'échantillon après 3h (M2).

La lecture des résultats se fait directement par affichage en pourcentage sur l'écran du dessiccateur (méthode infrarouge) ou en utilisant la formule suivante pour l'étuvage :

$$TH = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100$$

M0 : la masse de la capsule vide.

M1 : la masse de l'échantillon avant 3h.

M2 : la masse de l'échantillon après 3h.

### **3.1.2. Détermination du pH**

#### **Principe :**

Le pH dépend de la concentration d'un milieu en protons. Il est logarithme de la concentration molaire de l'ion hydronium ( $H_3O^+$ ) (**Jaques, 1998**). La mesure de pH d'un aliment nous renseigne sur sa fraîcheur (**Carol et vignola, 2002**).

#### **Mode opératoire :**

La sonde d'un pH-mètre est directement introduite dans les échantillons (fromage) et la valeur du pH sera directement affichée sur l'écran de l'appareil (**AFNOR, 1980**).

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

La teneur en EST, est le produit résultant de l'évaporation au bain-marie à 70°C puis dessiccation de l'échantillon (10 ml) 3 heures à l'étuve à  $105 \pm 2^\circ C$  (**Amarglio, 1986**).

#### **Mode opératoire :**

Pour déterminer L' EST on suit les étapes ci-dessous :

- Peser la capsule vide, tarer la balance et mettre 10 ml du lait dans la capsule.
- Placer la capsule dans l'étuve à 105°C/3 heures.
- A la sortie de l'étuve, peser à nouveau la capsule.

Les résultats sont exprimés en grammes par litres (g/l) comme suit :

$$EST = (P' - P_0) / P \times 1000 \text{ (g/l)}$$

$P_0$  : le poids de la capsule vide.

$P$  : le poids du produit avant étuvage (sans la capsule).

$P'$  : le poids de la capsule avec le produit après étuvage.

### 3.1.4. Détermination de la teneur en matière grasses

#### Principe :

La détermination de la teneur en matière grasse consiste tout d'abord à digérer les protéines par l'acide sulfurique ou un mélange d'acides, suivie de la séparation de la matière grasse du produit contenu dans un butyromètre par centrifugation. La séparation peut être favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool isoamylique (AFNOR, 1999).

#### Mode opératoire :

##### Cas de fromage :

On pèse 3 gr de fromage et on ajoute 10 ml d'acide sulfurique densité 1,54 et chauffer le contenu jusqu'à la dissolution totale, ensuite ajouter 1ml d'alcool isomylique, le mélange est centrifugé juste après, les résultats sont lus directement sur les radiations.

##### Cas du lait ou crème :

- Pipeter 10 ml d'acide sulfurique a et 1,83.
- Ajouter 1 ml de l'échantillon et 1ml d'alcool iso-amylique.
- Passer l'échantillon a la centrifugeuse.

### 3.1.5. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)

Le taux de l'extrait sec dégraissé exprime la teneur en éléments secs débarrassées de la matière grasse, beaucoup plus constante que la matière sèche totale (Veisseyre, 1975).

Il est calculé par la formule suivante :

$$ESD_{(g)} = EST_{(g)} - MG_{(g)}$$

**ESD** : Extrait sec dégraissé.

**EST** : Extrait sec total.

**MG** : Matière grasse.

### 3.1.6. Dosage des polyphénols totaux

#### 3.1.6.1. Extraction de gel de la graine de lin

L'extraction de gel de la graine de lin a été réalisée par la méthode extraction à chaud, cette méthode est plus rapide. Elle consiste à bouillir de l'eau puis la verser sur les graines de lin, et laisser infuser jusqu'à l'obtention d'un gel de bonne texture.

- 1- Verser 100ml d'eau distillé dans la casserole, la faire bouillir.
- 2- Mettre 10g de graines de lin et 100ml d'eau dans un récipient propre en verre.
- 3- Laisser reposer 24h.
- 4- Filtrer la préparation à l'aide d'un tamis dans un récipient propre en verre.
- 5- Presser les graines à l'aide d'une cuiller pour aide le gel passe a travers le tamis.
- 6- Le gel visqueux Verser dans un contenant désinfecté (pot en verre renfermable par exemple).

#### 3.1.6.2. Dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols totaux ont été déterminés par un spectrophotomètre par la méthode de Folin Ciocalteu (Attard, 2013).

##### Mode opératoire :

1ml de l'extrait de gel des graines de lin est introduit dans 4 tubes à essai, 1ml de la solution de carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ ) est ensuite ajoutée dans chaque tube, Juste après, 1ml du reactif de Folin-Ciocalteu dilué (1ml du folin dans 9ml d'eau distillée) est ajouté au mélange, puis on réalise une agitation et une incubation des tubes dans l'obscurité pendant 30min.

1 essai blanc est préparé dans les mêmes conditions. Après les 30 min d'incubation la lecture de l'absorbance au spectrophotomètre à été faite à 765 nm , une gamme d'étalonnage de l'acide gallique à été préparé dans les mêmes conditions en utilisant le même mode opératoire.

La quantité des polyphénols totaux est exprimée en mg d'équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait. Elle est calculée à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage ( $y=a x+b$ ) établie avec les concentrations d'acide gallique.

### **3.2. Analyses microbiologiques**

L'analyse microbiologique est indispensable pour s'assurer que le produit présente une bonne qualité et une bonne conservation et garantir la qualité hygiénique, ainsi la sécurité des consommateurs en permettant la détection des microorganismes et des toxines microbiennes (**Guiraud, 2003**).

#### **3.2.1. Préparation de la solution mère**

Dans des condition d'asepsie, on met 10g de chaque fromage frais enrichi (fromage frais enrichi avec 0,5g de poudre et fromage frais enrichi avec 0,25g de la poudre et 0,25g de la graine entière ) est mélanger avec 10 ml d'eau physiologique stérile puis homogénéisé a l'aide d'un bras mixeur, ce qui forme la solution mère(  $10^{-1}$ ).

Une série de dilution décimales est réalisée en prélevant 1ml de la solution mère dans 9ml d'eau physiologique stérile, ce qui constitue la dilution ( $10^{-2}$ ), puis après homogénéisation de cette dernière , la même opération est répétée pour la préparation de la dilution suivante ( $10^{-3}$  ).

#### **3.2.2. Dénombrement des microorganismes recherchées**

##### **3.2.2.1. Levure et moisissures**

Se sont dénombrés sur le milieu glucosé (gélose OGA : oxytétracycline glucose agar) et incubés 3 jours à 22°C. A partir des dilutions décimales,  $10^{-2}$  à  $10^{-1}$ , 100 ml sont portées aseptiquement dans une boîte de Pétri les gouttes sont étalées à l'aide d'un râteau stérile, puis incubées. Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîtes envahies soit par les levures soit par les moisissures, des lectures et des dénombrements sont réalisés tous les jours, levures à part et moisissures à part. (**Takahashi et al., 2002**).

##### **3.2.2.2. Coliformes totaux**

Les coliformes totaux sont des bâtonnets, à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, non sporulés. (**Guiraud et Galzy, 1980**).

Les coliformes ont la particularité de fermenter le lactose avec dégagement de gaz. Le développement des coliformes totaux acidifie le milieu qui se traduit par un virage de l'indicateur coloré. En outre, une production de gaz apparaît dans les cloches renversées. **(Lapied et Petransxiene, 1981).**

L'ensemencement en masse de 1 ml de la dilution avec la gélose, une boîte témoin à été préparé aussi. Après solidification, les boîtes en été incubées à 37 °C/48. Le nombre de coliformes totaux par Gramme d'échantillon, correspondait au nombre de colonies comptées sur la boîte ensemencée multiplié par deux.

**Remarque :** étant donné que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est pratiquement impossible de trouver plus de coliformes fécaux que les totaux.

### **3.2.2.3. *E coli***

*Escherichia coli* (colibacille) est une entérobactérie mobile capable de fermenter le lactose et de produire de l'indole. **(Anonyme, 2003).**

Elle est 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. **(Anonyme, 2003).**

#### **Principe :**

Le même principe et la même méthode que le coliforme fécal, la seule différence réside dans la température d'incubation qui est de 44°C pendant 24 à 48h.

### **3.2.3. Dénombrement des microorganismes à intérêt sanitaire :**

#### **3.2.3.1. Recherche des *salmonelles***

Les *Salmonella* comme la plupart des bactéries à Gram négatif, présentent une sensibilité certaine à la chaleur **(Gledel, 1988)**. Sont capables de se multiplier à des températures comprises entre 6°C et 46°C **(Humbert., 2005)** et sont détruites à 60°C/3 minutes et 18 secondes.

Les *Salmonelles* sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pouvoir pathogène varient énormément **(Rodier, 2009).**

**Principe :**

Détermination de la présence ou l'absence de ces micro-organismes dans une masse ou un volume déterminé de produit.

**Mode opératoire :**

Recherchée sur milieu solide SS ou milieu hektowen après un pré-enrichissement dans l'eau peptone tamponné puis un enrichissement dans le bouillon au sélénite de cystéine. L'incubation des trois milieux se fait à 37°C pendant 24h.

**3.3. Analyses sensorielles**

L'analyse sensorielle est la science développée pour permettre la mesure des propriétés sensorielles des aliments. Cette mesure est réalisée par un panel de sujets experts sensoriels, préalablement sélectionnés et entraînés, qui vont évaluer les produits de façon objective et répétable (**Bauer et al., 2010**).

L'objectif de notre évaluation sensorielle est de savoir le fromage présentant les meilleures caractéristiques organoleptiques classées selon les examens suivants :

**L'examen visuel** : c'est le premier contact avec le produit. Les dégustateurs doivent d'abord juger les fromages sur la texture, la couleur, puis noter les appréciations dans des colonnes prévues à cet attribut.

**L'examen olfactif** : la deuxième étape consiste à sentir les fromages et déterminer l'arôme caractéristique ou l'ingrédient prédominant. L'odorat permet d'anticiper le goût et l'acidité de l'aliment.

**L'examen gustatif** : c'est l'étape principale de la dégustation et qui permet de juger le goût et l'acidité des fromages pour donner l'avis sur l'acceptabilité ou non des produits fini. Il a été demandé aux dégustateurs de goûter fromages dans l'ordre de noter toute appréciation au fur et à mesure de la dégustation.

. Groupe de l'évaluation sensorielle Nous avons programmé une séance de dégustation pour 25 personnes, durant laquelle on a expliqué les axes principaux de cette analyse, afin de remplir les fiches de dégustations et de noter de 1 à 10, selon leurs préférences comme illustré dans le questionnaire (annexe3).

*Chapitre III:*

*Résultats et discussion*

## 1. Résultats des analyses physico-chimiques

### 1.1. Analyses physico-chimiques de fromage avant enrichissement

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IX:** Résultats du paramètre physico-chimique de fromage avant enrichissement.

Echantillon paramètre	Fromage frais	Les normes tolérées par l'entreprise
<b>PH</b>	5,21	5,1-5,5
<b>EST(%)</b>	33,70	39 max
<b>Mg(%)</b>	22	30 -38
<b>ESD(%)</b>	11,7	10-15
<b>Humidité(%)</b>	66,30	61 -69

D'après les résultats obtenus, nous constatons que tous les paramètres mesurés à savoir le pH, matière grasse, extrait sec total, rapport entre matière grasse et extrait sec total, sont conformes aux normes tolérées par l'entreprise.

Les valeurs du pH se situent entre 5,1 et 5,5 avec une valeur moyenne de 5,2. La diminution du pH, s'observe lors d'une étape appelée maturation microbienne : les bactéries lactiques transforment le lactose en acide lactique (**Branger, 2004**).

L'extrait sec total présent dans le fromage frais reste dans l'intervalle des normes avec une moyenne de 33,70

Selon la norme tolérée par l'entreprise, le % de MG doit être compris entre 30 et 38 % .le % MG du fromage frais avant enrichissement est de 22 %.

Le % d'extrait sec dégraissé doit être compris entre 10-15%. Alors que le % d'extrait sec dégraissé de fromage avant enrichissement est de 11,7%.

D'après ces résultats, on peut donc conclure que le fromage frais utilisé pour l'élaboration d'un nouveau fromage est de bonne qualité physicochimique. Ce qui renseigne sur le respect des conditions de fabrication, de transport et de stockage.

### 1.2. Analyses physico-chimiques du fromage enrichi en poudre de lin (0,5%)

Les valeurs obtenues pour le fromage enrichi en poudre de lin (0,5%), sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau X:** Résultats des paramètres physico-chimiques de fromage enrichi par la poudre de lin

Échantillons Paramètres	Le% du fromage enrichi en poudre de lin à 0,5%	Les normes tolérer par l'entreprise JORA
<b>pH</b>	5,13±0,15	5,1-5,5
<b>EST %</b>	36,28±0,01	39 Max
<b>MG%</b>	26±2	30-38
<b>ESD%</b>	10,28±2,01	10-15
<b>Humidité %</b>	63,71±0,01	61-69

D'après les résultats obtenus, nous constatons que tous les paramètres mesurés à savoir le pH, matière grasse, extrait sec total, rapport entre matière grasse et extrait sec total, sont conformes aux normes tolérées par l'entreprise (**JORA**).

Les valeurs du pH se situent entre 5 et 5,3 avec une valeur moyenne de 5,13.

L'extrait sec total présent dans le fromage mélangé avec la poudre de lin reste dans l'intervalle des normes avec une moyenne de 36,28 %.

la norme de la matière grasse est de 30-38 %, alors que dans notre étude, on a obtenu une valeur de 26%, ce qui montre que notre fromage est dans la norme.

La teneur en matière grasse dans l'extrait sec total varie de 8,27 % à 13%, avec une norme de 10 à 15%.

Selon ces résultats, on peut conclure que le fromage enrichi en poudre de lin à 0,5% est de bonne qualité physicochimique. Ce qui renseigne sur le respect des conditions de fabrication, de transport et de stockage.

**1.3. Analyse physico-chimique du fromage enrichi par (0,25%) de la poudre des graines de lin et (0,25%) de graines entières**

Les valeurs obtenues pour fromage enrichi par (0,25%) de la poudre des graines de lin et (0,25%) de graines entières sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau XI:** Résultat des paramètres physico-chimiques de fromage mixte.

<b>Échantillons</b> <b>Paramètres</b>	<b>Le% du fromage enrichi en</b> <b>poudre de lin à 0,5%</b>	<b>Les normes tolérer</b> <b>par l'entreprise JORA</b>
<b>pH</b>	5,2±0,26	5,1-5,5
<b>EST %</b>	37,1±0,08	39 Max
<b>MG%</b>	25±1	30-38
<b>ESD%</b>	12,04±0,98	10-15
<b>Humidité %</b>	62,96±0,01	61-69

D'après les résultats obtenus, nous constatons que tous les paramètres mesurés à savoir le pH, matière grasse, extrait sec total, rapport entre matière grasse et extrait sec total, sont conformes aux normes tolérées par l'entreprise (**JORA**).

Les valeurs du pH se situent entre 5 et 5,5 avec une valeur moyenne de 5,1.

L'extrait sec total présent dans le fromage mixte reste dans l'intervalle des normes avec une moyenne de 37,04%. la norme de la matière grasse est de 20%, et dans notre étude, on a obtenu une valeur de 25g.

La teneur en matière grasse dans l'extrait sec total varie de 8,27% à 13,02%, avec une norme de 10-15%, donc une valeur acceptable 12,04%. De ces résultats, on peut donc conclure que le fromage mixte de bonne qualité physicochimique.

### **1.3.1. Détermination du taux d'humidité**

Selon la littérature, le taux de l'humidité est un critère de qualité qui nous renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altération durant la conservation. Les différences constatées peuvent être dues à plusieurs facteurs notamment les facteurs culturaux.

Les résultats de l'humidité de toutes les types du fromage étudiée sont reportés dans les tableaux précédents (tableau IX, tableau X et tableau XI). Le fromage avant enrichissent est significativement plus riche en eau (66 ,30%) que le fromage enrichi avec la poudre de lin(63 ,72 %)et le fromage mixte ( 62,96%) , La valeur trouvé par la présente étude pour les deux types de fromage (+ la poudre et fromage mixte)et inférieure de celle de fromage avant enrichissent , cela est due aux graines de lin ajoutées . La différence entre ces résultats peut être due au type de variété, aux conditions de culture. Donc le fromage mixte possède le bon paramètre contre le risque d'altération durant la conservation.

### **1.3.2. pH**

Les résultats du pH du fromage témoin et et les deux types de fromage fabriqué sont montrés dans les tableaux précédents (tableau IX, tableau X et tableau XI). Notre étude n'a montré aucune différence significative entre le pH du fromage témoin qui est de (5,2) et le fromage avec la poudre de lin qui est de (5,1) et le fromage mixte qui est de (5 ,1). Ces résultats concordent avec les normes tolérées par l'entreprise (5,1-5,5).

Les ph obtenus sont très proche l'un de l'autre et ils sont tous dans l'intervalle 5,1-5,5 donc absence d'acidification après l'ajout des graines de lin.

### **1.3.3. L'extrait sec total**

Le fromage frais non enrichi représente une valeur moyenne de (EST) qui égale à (33,70%) on observe que le fromage mixte a une valeur plus élève (37,04%) que le fromage avec la poudre de lin ( 36,28%), cette différence dans l'extrait sec total est due principalement aux types des caillés obtenus Ceci est expliqué par l'ajout des graines e lin pour les différentes fromages .

### 1.3.4. La matière grasse

Le résultat obtenu montre que les deux fromages enrichis ont une valeur plus élevée en matière grasse (de 25-26%). On observe une augmentation en matière grasse après l'ajout des graines de lin mais le fromage + la poudre de lin est plus riche en acides gras que le fromage mixte et plus sujet à la lipolyse, laquelle provoque l'apparition d'une odeur rance (Chilliard, 1996).

### 1.3.5. L'extrait sec dégraissé

Le résultat obtenu montre que le fromage témoin possède une valeur moyenne en matière sèche par une teneur de 11,7g/l, par contre le fromage avec la poudre de lin représente une valeur inférieure à celle de fromage témoin (10,28 g/l), et le fromage mixte possède une valeur inférieure à celle de fromage témoin (12,04 g/l) en observe une augmentation en matière sèche après l'ajout des graines et la poudre.

## 1.4. Dosage des polyphénols totaux



**Figure 9 :** Le dosage des polyphénols.

La teneur en polyphénols totaux de notre extrait du gel de lin est de 2,12 mg EAG/g de matière sèche, selon l'étude réalisée par Acket, (2015) sur le dosage des polyphénols dans les graines de lin a donné une teneur estimée à 0.90 g/100 g de matière sèche, la courbe d'étalonnage utilisée dans cette étude est celle de l'acide galique. Ces résultats ont permis de dire que la teneur en polyphénols

trouvé dans notre travail (0.212g/ 100g) est inférieure à celle trouvée par Acket, (2015). (Tableau XII).

**Tableau XII :** La teneur en polyphénols totaux de l'extrait du gel de lin

Extrait	Absorbance	La quantité des polyphénols totaux mgEAG/gms
Gel des graines de lin	0,60±0,21	2,12±0,68

## 2. Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques sont mentionnés dans le (tableau XIII).

**Tableau XIII:** Les analyses microbiologiques des échantillons analysés.

Germe / Échantillon	Coliforme totaux	salmonella	<i>E-coli</i>	Levure et moisissure
10 <sup>-1</sup>	0,1	ABS	ABS	ABS
10 <sup>-2</sup>	0,2	ABS	ABS	ABS
Norme	<3.10 <sup>4</sup>	ABS	ABS	ABS

L'absence totale dans tous les échantillons de salmonella, e-coli et levure et moisissure répond aux normes, ce qui indique que notre lait est de bonne qualité microbiologique, hygiénique et que les conditions d'élevage, traite, transport, conservation et de stockage sont des bonnes conditions, donc notre fromage est satisfait.

Dans les deux fromages enrichis, on note une charge globale microbienne (FTAM) variable et normale. Une charge microbienne nettement inférieure aux normes peut s'expliquer par les bonnes pratiques d'hygiène lors de la traite et la manipulation du fromage, ainsi que les bonnes conditions hygiéniques, d'élevage et de production (Jeantet *et al.*, 2008). Donc, nous pouvons conclure que la qualité du fromage analysé est acceptable, L'amélioration de l'hygiène de la traite, de la collecte et la conservation rapide au froid permettraient de réduire la charge microbienne (FAO, 2004).

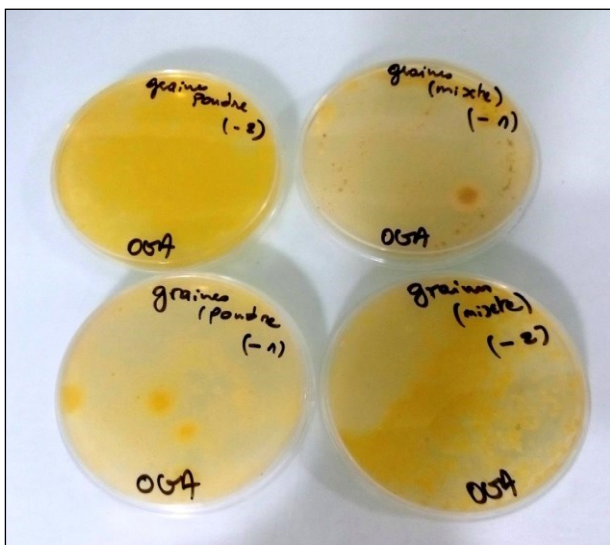


Figure 10: Dénombrement des levures et moisissures.

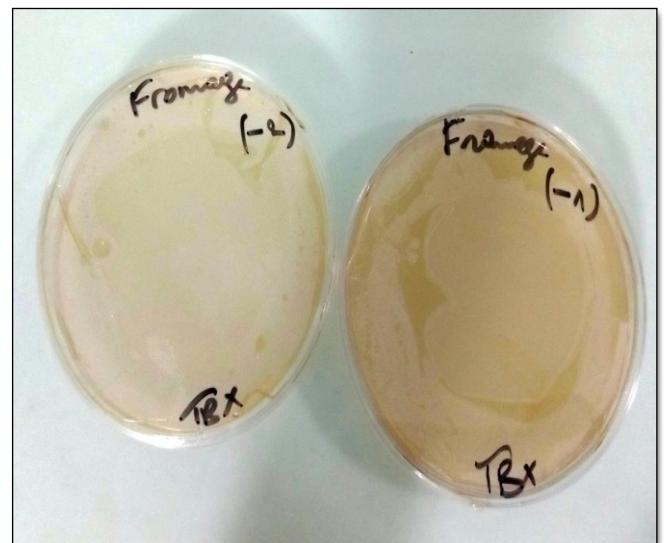


Figure 11 : Dénombrement d'*E. coli*.

### 3. Résultats des analyses sensorielles

Les résultats de l'analyse sensorielle sont résumés dans le tableau suivant (Tableau XIV):

Tableau XIV: Résultats d'analyse sensorielle.

	Sensations ressenties	Fromage F1	Fromage F2
Couleur	Blanche	6/24%	6/24%
	Blanche cassée	18/72%	19/76%
	Blanche jaunâtre	1/4%	0/0%
	jaune	0/0%	0/0%
Odeur	Absente	5/20%	6/24%
	Agréable	11/44%	10/40%

	Moyenne	9/36%	6/24%
	Forte	0/0%	3/12%
	Très forte	0/0%	0/0%
Acidité	Peu acide	1/4%	1/4%
	absence	7/28%	10/40%
	Moyenne	14/56%%	11/44%%
	Forte	3/12%	3/12%
	Très forte	0/0%	0/0%
Texture	Crémeux	18/72%	10/40%
	Coulant	2/8%	4/16%
	Pâteux	0/0%	0/0%
	Dure	0/0%	0/0%
	Homogène	2/8%	3/12%
	Présente de grumeaux	5/20%	10/40%
	Acceptable	1/4%	1/4%
Amertume	Absente	12/48%	11/44%
	Faible	10/40%	11/44%
	Moyenne	2/8%	3/12%
	Forte	1/4%	0/0%
	Très forte	0/0%	0/0%
Arome	Absence	0/0%	5/20%
	Moyenne	6/24%	0/0%
	Bonne	6/24%	7/28%
	Très forte	0/0%	1/4%
Description finale	Désagréable	0/0%	0/0%
	Peu agréable	9/36%	4/16%
	Agréable	14/56	16/64%
	Très agréable	2/8%	5/20%

3.1. Evaluation de la qualité sensorielle

3.1.1. Couleur

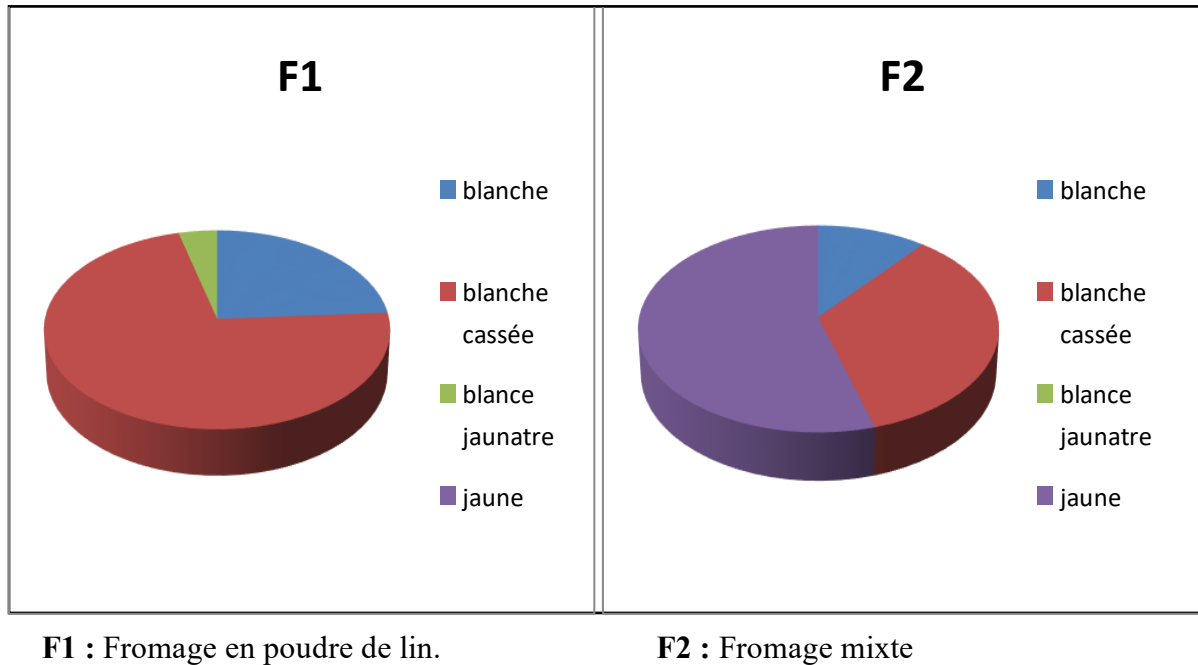
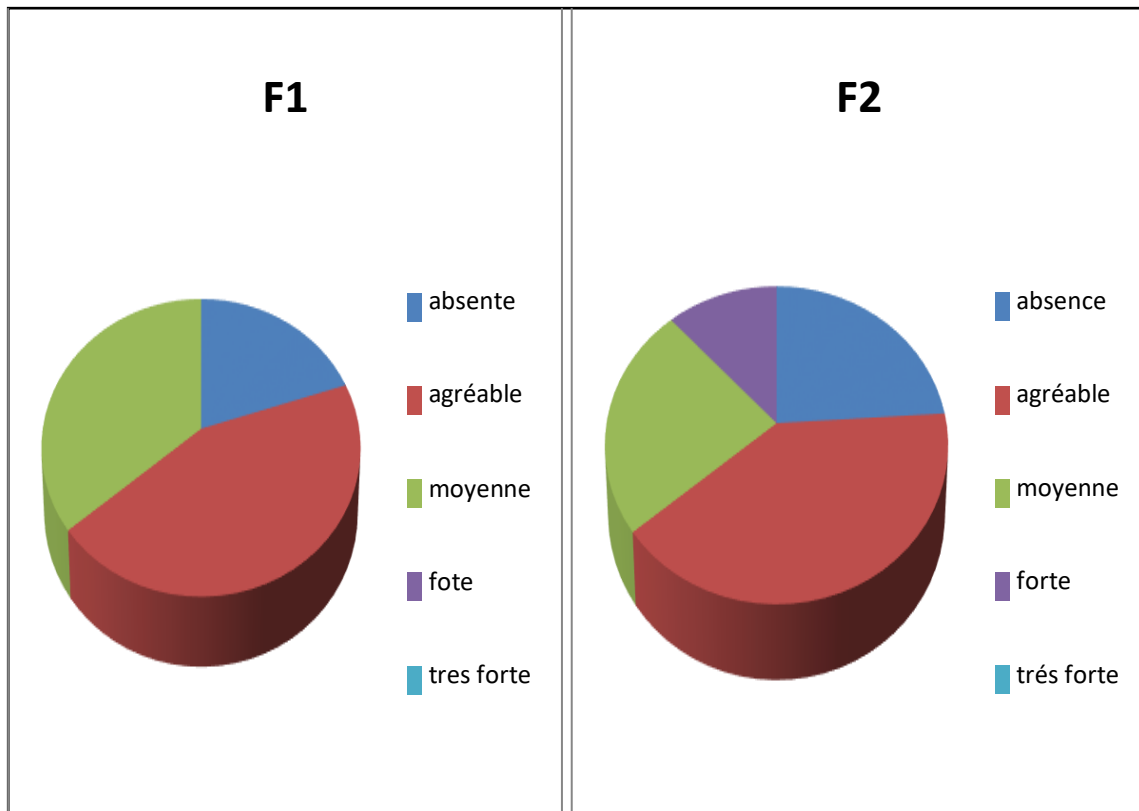


Figure 12 : évaluation préférence de couleur des produits finis.

La couleur est la première impression de consommateur sur la qualité d'un fromage . Les résultats préférentiels de la couleur des échantillons préparés sont résumés dans le tableau . Les résultats obtenus montrent que la couleurs blanche cassée présente un taux d'appréciation de couleur supérieure (76%) pour le fromage mixte, par rapport aux fromage enrichi avec la poudre de lin(72%) , Les eucaryotes obtenus sont élevés ce qui explique la différence de la satisfaction en couleur entres les dégustateurs.

3.1.2. Odeur

L'odeur est un marque d'hygiène et caractéristique sensoriel important des produits alimentaires. D'après les résultats obtenus, nous avons noté que le fromage (F1) présente un taux d'appréciation d'odeur de (44%) proche à celle de (F2) (40%).



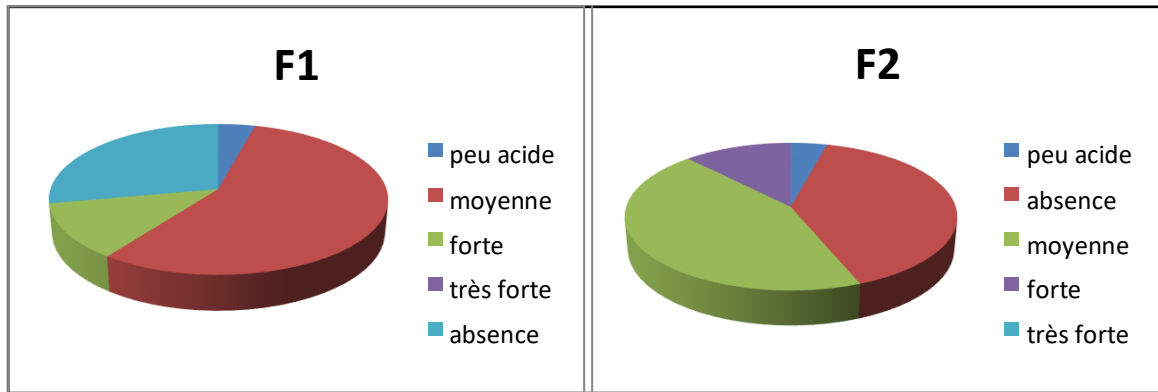
F1 : Fromage en poudre de lin.

F2 : Fromage mixte

Figure 13 : évaluation préférentielle d'odeur des produit finis.

3.1.3. Acidité

D'après nos résultats, les deux fromages possèdent une acidité moyenne de 56% pour F1 et 44% pour F2

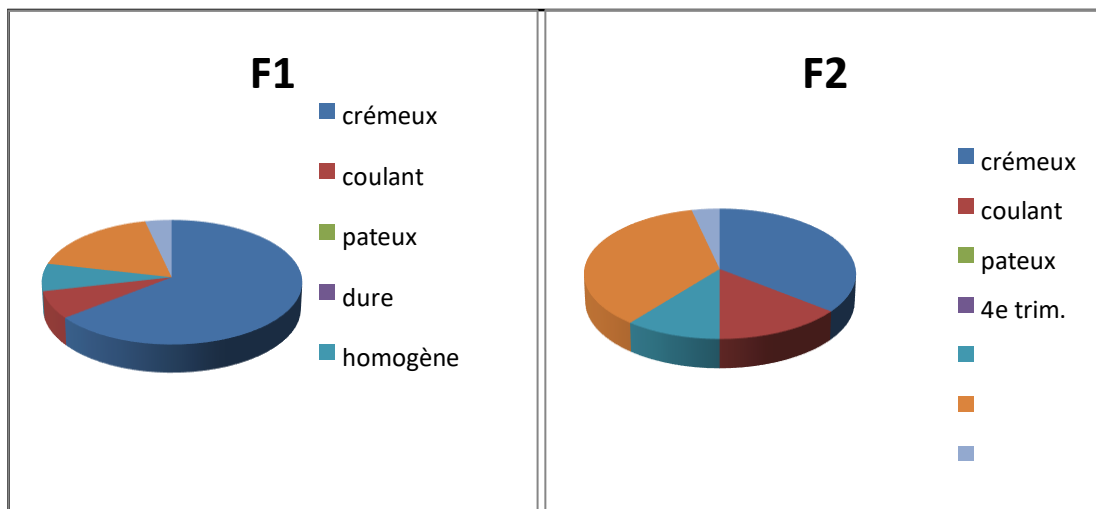


F1 : Fromage en poudre de lin.

F2 : Fromage mixte

Figure 14 : évaluation préférentielle de l'acidité des produits finis.

3.1.4. Texture



F1 : Fromage en poudre de lin.

F2 : Fromage mixte

Figure 15 : Evaluation préférentielle des produits finis.

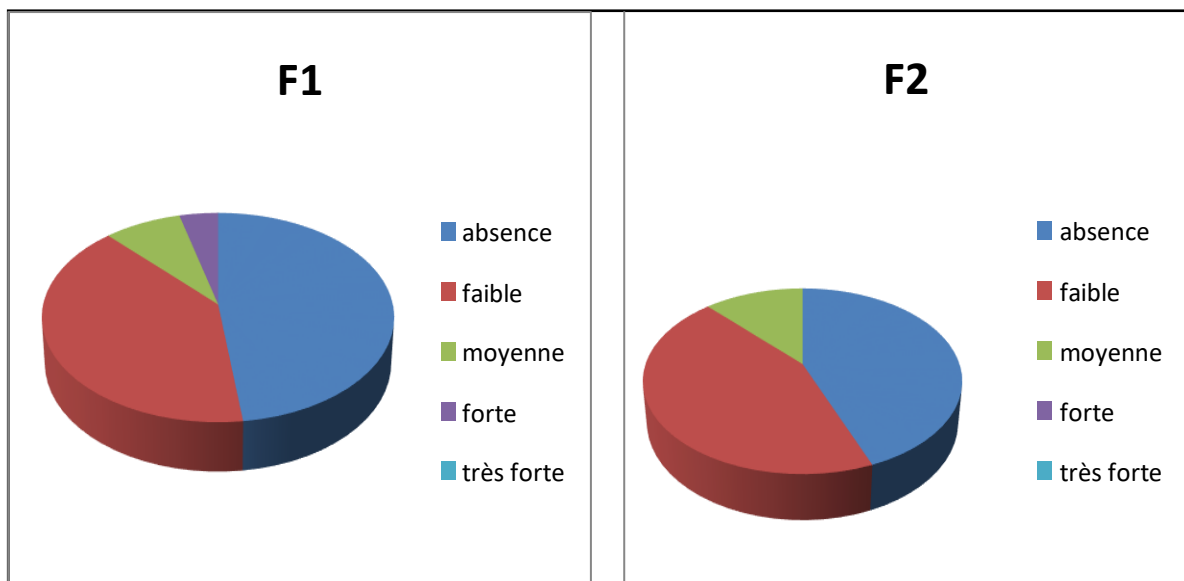
La texture et le premier contact de consommateur avec le produit , qui permet de le juger par rapport sa préférence.

Selon les résultats, la texture crémeux des deux échantillons, est la plus appréciés par les dégustateurs avec un taux de 72% pour F1 et 40% pour F2 par rapport a les autres paramètres qui présentent moins de taux d’appréciation.

Les écartypes obtenus sont élevés ce qui explique la différence de la satisfaction par rapport à la texture entre les dégustateurs.

### 3.1.5. Amertume

Selon les résultats obtenus , le critère absence d’amertume possède la valeur élevée 48% pour F1 et 44% pour F2 , suivie par le critère faible amertume par une valeur de 40% pour F1 et 44%pour F2 Donc notre produit n’est pas amère.



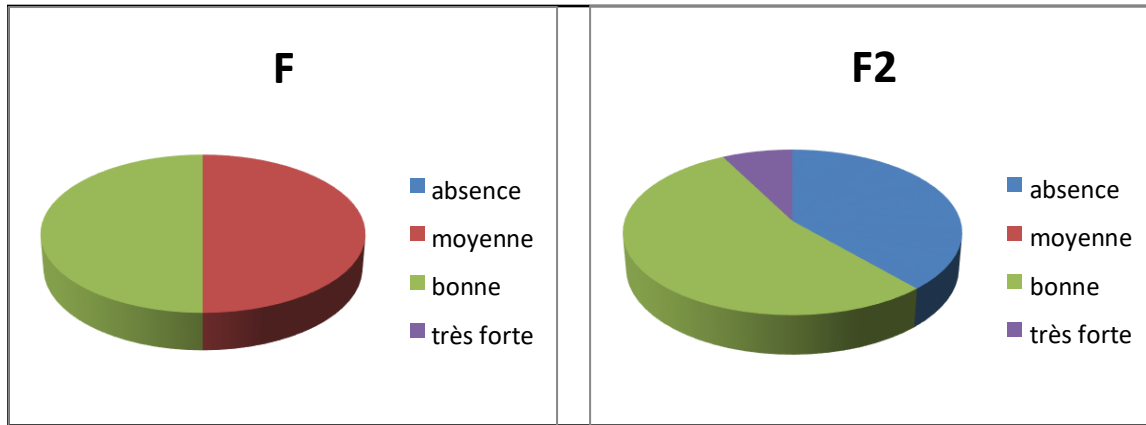
**F1 : Fromage en poudre de lin.**

**F2 : Fromage mixte**

**Figure 16 : Evaluation préférentielle d’amertume des produits finis.**

3.1.6. Arome

le critère bonne arôme marque la valeur la plus élevée 24% pour F1 et 28% pour F2



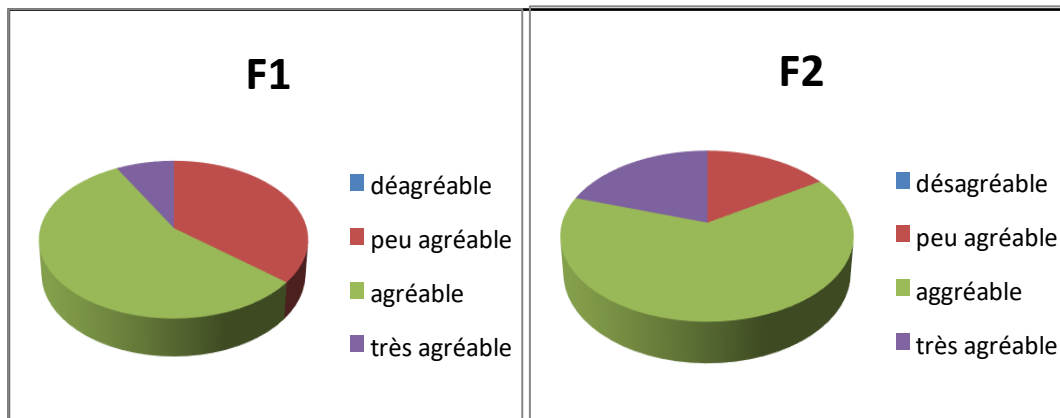
F1 : Fromage en poudre de lin.

F2 : Fromage mixte

Figure 17 : Evaluation préférentielle de l'arôme des produits finis.

3.2. Décrispation finale

Les deux fromages sont agréables, avec une valeur de 36% pour F1 et 64% pour F2



F1 : Fromage en poudre de lin.

F2 : Fromage mixte

Figure 18: Description finale des produits finis.

### 3.3. Evaluation de l'acceptabilité globale des fromages analysés

Il existe une grande variété de mots pour traduire les impressions sensorielles surtout lorsque la description est libre. D'après les résultats du test de dégustation.

D'après les résultats des analyses sensorielles, le fromage mixte est qualifié meilleur avec une valeur de 72 % par rapport au fromage enrichi avec la poudre de lin qui est classé le deuxième avec une valeur 28 %,

En conclusion, pour répondre aux exigences des consommateurs, il faut modérer l'addition de la poudre de lin dans le fromage à des pourcentages qui ne dépassent pas les 2%.

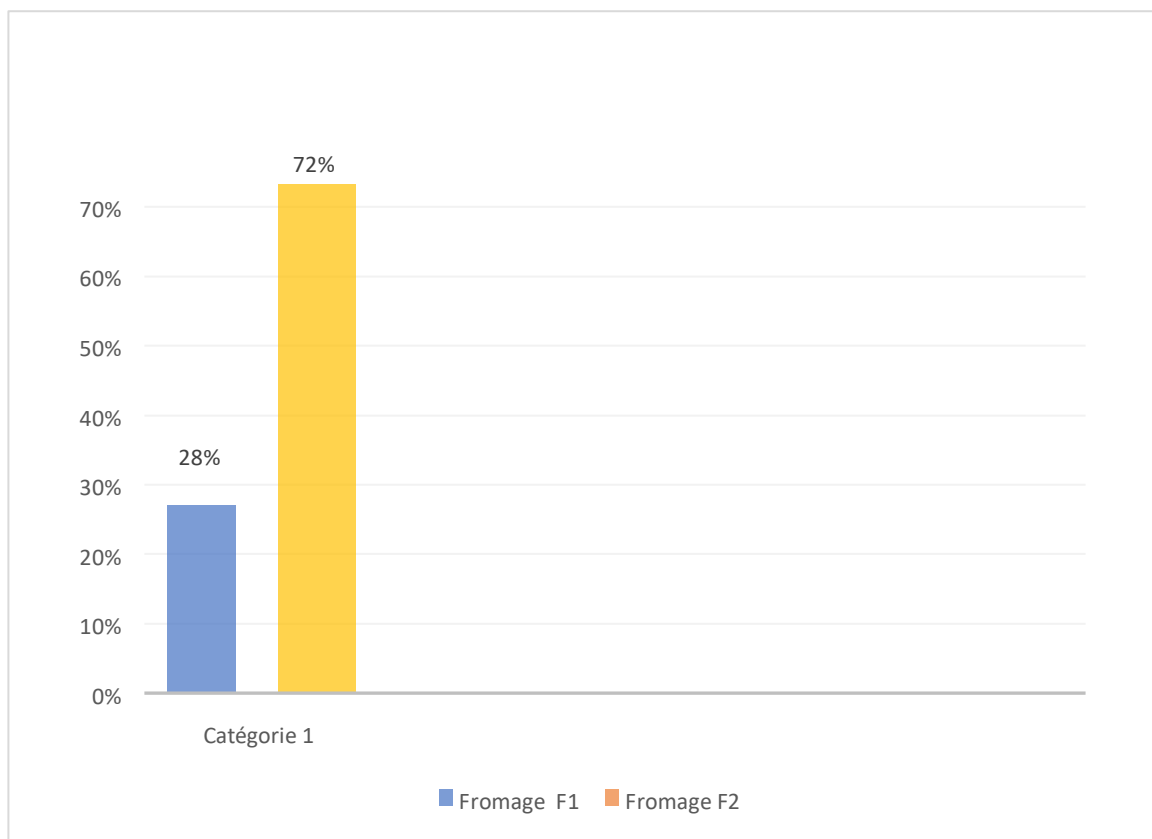


Figure 19 : Histogramme de préférence des deux types de fromage.

# *Conclusion*

### *Conclusion*

La graine de lin est une graine oléagineuse riche en nombreux nutriments essentiels. Elle est considérée comme un aliment fonctionnel. Cela signifie que le lin procure des bienfaits pour la santé. D'après la synthèse des résultats des autres travaux, on conclue que la graine de lin est une source importante d'huile (> 31,16%); de fibres (mucilages) (> 5,5%); de protéines (> 13,5%); de polyphénols (> 0,3%) et de flavonoïdes (> 3 mg/100g). Notre étude s'intéresse au contexte d'enrichissement de fromage frais Par la graine de lin sous forme de poudre et graines entières en utilisant trois concentrations différentes (0,5%, 1%, 1,5%). Après l'analyse visuelle et gustative deux fromages enrichis ont été retenus, un fromage enrichi en poudre de lin à 0,5% et un fromage mixte enrichi avec 0,25% en poudre et 0,25% en graines de lin entières, afin d'obtenir un produit fonctionnel de bonne qualité physico-chimique, nutritionnelle et organoleptique. Concernant le produit fini, notamment les deux fromages retenus présentent des valeurs de pH et de matière sèche conformes à la norme exceptée pour la matière grasse et l'humidité. En effet, les deux fromages frais retenus possèdent une valeur de pH de 5,1 -5,5 alors que leur taux d'humidité se situe dans un intervalle de 62,96-66,30% ainsi que le taux d'extrait set totale situé dans l'intervalle suivant 33,70-37,04 . Enfin, les résultats microbiologiques des matières premières impliqués dans la fabrication du fromage frais enrichi par les graines de lin, les deux fromages frais retenus sont exempts de tous les germes microbiens recherchés.

D'après les résultats du test de dégustation des fromages formulés en fonction des différents pourcentages de la poudre des grains de lin, le fromage mixte et celui qui possède la poudre de lin incorporé à 0,25% et 0,5% de graine de lin c'est le plus préféré par les dégustateurs. Les caractères couleur et texture présentent des taux d'appréciation proches. Concernant le goût, l'odeur et l'acidité révèle que les dégustateurs perçoivent une différence sensorielle entre les deux produits. Nos résultats sont encourageants et le présent travail mérite d'être poursuivi et approfondi par :

- L'analyse physicochimique de la graine de lin.
- L'évaluation de l'effet d'incorporation de la poudre de lin sur la composition nutritionnelle de fromage enrichis.

## *Conclusion*

---

La réduction des taux d'incorporation (1%, 3% et 5%) de la poudre de lin pour obtenir des meilleurs résultats sensoriels.

Concernant le produit fini, notamment les deux fromages frais retenus présentent, valeurs de pH et de matière sèche obtenues sont conformes à la norme exceptée pour la matière grasse et l'humidité. En effet, les différents échantillons de fromages frais supplémentés de graine de lin possède une valeur de pH de 5,1 -5 ,5 alors que leur taux d'humidité se situe dans un intervalle de 62,96% -66 , 30 ainsi que le taux d'extrait sec totale situé dans l'intervalle suivant 33,70-37,04 .

Enfin, les résultats microbiologiques des matières premières impliqués dans la fabrication du fromage frais enrichi par les garnies de lin, des deux fromages les deux fromages frais retenus sont exempts de tous les germes microbiens recherchés.

*Références*

*bibliographiques*

### Références bibliographiques

- **Achat, S. (2013).** Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Thèse de Doctorat. Université de Béjaïa, Université d'Avignon et des pays Vaucluse.
- **Afnor, F. (1980).** Détermination de la matière sèche (méthode par étuvage). NF V04 282. *Recueil de normes françaises. Laits et produits laitiers. Méthodes d'analyse, Afnor, Paris, France*, 104-105.
- **Akroum, S. (2010).** Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels. Thèse de Doctorat : Université MENTOURI De CONSTANTINE-ALGERIE.
- **Akrout, A., Gonzalez L.A., El jani h.J et Madrid P. C. (2011).** Antioxidant anantitumor activities of Artemisia campestris and Thym elaeahirsuta from southern of Tunisia. *J. Food. Chem. Tox.* 49:342–347p.
- **Alachaher, F.Z. (2018).** Effet de la supplémentation des graines brunes de Lin sur le profil lipidique et les statuts redox et inflammatoire, chez les rats rendus diabétiques par la streptozotocine. Thèse de Doctorat, université Ahmed Ben Bella, Oran1 - Oran (Algérie). 39-40p.
- **Amarglio, S. (1986).** Contrôle de la qualité des produits laitiers: analyse physique et chimique, 3ème édition Paris: AFNOR. *ITSV, 1030p.*
- **Anderson, O.M., Markham., et K.R. Flavonoids. (2006).** Chemistry, Biochemistry and Applications, Ed Taylor & Francis. 01-32-397-425p.
- **Anonyme, (2005).** Ministère Du Commerce. Guide des déterminations analytiques des laits et produits laitiers Elaboré par la Direction Générale du contrôle Economique et de la Répression des Fraudes juin 2005. Antitumorigenic effect of a mammalian lignan precursor from flaxseed. *Nutrition and Cancer* 26, 159-165p.
- **Anonyme, A. (2003).** Les Brèves du Courrier 49. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 49(49), 139-154p.
- **Antoine, P., Lautridou, J. P., Sommé, J., Auguste, P., Auffret, J. P., Baize, S., ... et Rousseau, D. D. (1998).** Les formations quaternaires de la France du Nord-Ouest: Limites et corrélations [The quaternary formations of North-West France: Boundaries and correlations]. *Quaternaire*, 9(3), 227-241p.

## Références bibliographiques

---

- **Attard, M., Durante, C., Montesano, T., Torlontano, M., Monzani, F., Tumino, S., ... et PTC Study Group. (2013).** Papillary thyroid cancer: time course of recurrences during postsurgery surveillance. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 98(2), 636-642.
- **Bahorun, T. (1997).** Bactéries. in: Microbiologie générale : la bactérie et le monde microbien. DOIN Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne une source, 120-125p.
- **Bauer, S., Carpi, F., et De Rossi, D. (2010).** Stretching dielectric elastomer performance. *Science*, 330(6012), 1759-1761.
- **Béliveau R. (2006).** La graine de lin, un aliment anticancéreux polyvalent et **Beard, B. H., et Comstock V. E. (1980)** . Flax Hybridization of Crop Plants. *American.. Le journal de Montréal*, 46p.
- **Benhammou, N. (2012).** Activité antioxydant des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-ouest Algérien. Thèse de Doctorat .Université Aboubakr Belkaid de Tlemcen.
- **Beroual, A., Coulibaly, M. L., Perrier, C., et Marugan, M., (2013).** Aging behavior of cellulosic materials in presence of mineral oil and ester liquids under various conditions. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 20(6), 1971-1976p.
- **Bessas, A. (2008).** Dosage biochimique des polyphénols dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien, édition universitaire européennes, Allemagne, 160p.
- **Bloedon, L. T., et PO, Szapary., Keten tohumu ve kardiyovasküler risk. Nutr Rev. (2004).** vol. 62, p. 18-27p.
- **Boizot, N., Charpentier, J.P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, INRA, 79-82p.
- **Bolsheva, N. L., Amosova, A. V., Samatadze, T. E., Twardovska, M. O., Zoshchuk, S. A., Andreev, I. O., ... et Muravenko, O. V. (2015).** Molecular cytogenetic analysis of *Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae), maritime Antarctic. *PloS one*, 10(9), e0138878.
- **Bouquet, J., Arnaud, A., Galzy, P., Guiraud, J. P., Leveau, J. Y., Bouix, M., ... et de Nettancourt, D. (1993).** Biotechnology. Part 1: Historical aspects. Part 2: Microbiological engineering. Part 3: Enzymatic engineering. Part 4: Genetical engineering. Part 5: Quality control in biological industry. Part 6: Bio technologies in France and in the world; Biotechnologie. Partie 1: Historique. Partie 2: Le génie microbiologique. Partie 3: Le génie enzymatique. Partie 4: Le génie génétique. Partie 5: Contrôle qualité en bio-industrie. Partie 6: Les biotechnologies en France et dans le monde.

## Références bibliographiques

---

- **Bourgeois, C. M., Larpent, J-P Bolsheva, N. L., Alexander V., Zelenin., Inna V., Nosova., et Alexandra, V. (1996).** Microbiologie alimentaire. Aliments fermentaires et fermentations alimentaires .2<sup>ème</sup> édition 2-7430- 0080-5. NEW YORK, Paris, 321-330 p.
- **Branger, J., Mahieu-Caputo, D., Allain, J. E., Coulomb, A., Delgado, J. P., Andreoletti, M., ... et Weber, A. (2004).** Repopulation of athymic mouse liver by cryopreserved early human fetal hepatoblasts. *Human gene therapy*, 15(12), 1219-1228p.
- **Carole, L., Vignola. (2002).** science et technologie du lait : transformation du lait. Presses internationales polytechnique. Canada. 54-55p.
- **Carpi, F., Bauer, S., et De Rossi, D. (2010).** Stretching dielectric elastomer performance. *Science*, 330(6012), 1759-1761p.
- **Carr, F-J., Chill, D. et Maida, N. (2002).** The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey. In *Critical Reviews in Microbiology*, 28 (4), 281-370p.
- **Carter, J.F. (1996).** Sensory evaluation of flaxseed of different varieties. *Proceedings Flax Institute*. 56: 201-203p.
- **Cassinello, J., Pereira, S. (2001).** La qualité du lait et du fromage dans cinq exploitations caprines de la serra do caldeirao. CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, séminaires méditerranéens 46 :157-161. *Chem60*, 5003-5012p.
- **Chalard, M., Bonin, P., Méot, A., Boyer, B., et Fayol, M. (2003).** Objective age-of-acquisition (AoA) norms for a set of 230 object names in French: Relationships with psycholinguistic variables, the English data from Morrison et al.(1997), and naming latencies. *European Journal of Cognitive Psychology*, 15(2), 209-245p.
- **Chilliard, Y. (1996).** Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : le lait de Acket S. 2015. Implication du métabolisme carboné pour une production différentielle d'huile chez les plantes oléagineuses-Lin : modélisation des systèmes, Thèse de doctorat (Université de Technologie, Compiègne). Chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France, 51-65p, Compounds and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.* 224: 801-809. 2014. 155p.
- **Cotelle, N. (2001).** Role of flavonoids in oxidative stress. *Curr. Top. Med. Chem.* 1:569-590. (cited in Yakhlaf G, 2009).
- **Crozier, A. Del Rio, D., et Clifford, M. (2010).** Bioavailability of dietary flavonoids and d'angéiologie, d'approvisionnement potentielle. Food and Agricultural Research council Mauritias, p83 d'huile chez les plantes oléagineuses – lin : modélisation des systèmes. Thèse doctorat.

## Références bibliographiques

---

- **Crozier, R. H., Schlick-Steiner, B. C., Steiner, F. M., Seifert, B., Stauffer, C., et Christian, E. (2010).** Integrative taxonomy: a multisource approach to exploring biodiversity. *Annual review of entomology*, 55, 421-438.
- **Daun, J.K., Barthet, V.J., Chornick, T.L., et Duguid, S. (2003).** Structure, composition, and variety development of flaxseed, In Thompson LU, Cunnane SC, (Eds). *Flaxseed in Human Nutrition*, 2nd ed, Illinois: AOCS Press, Champaign.1-40p.
- **De Vos, P., Garrity, G-M., Jones, D., Krieg, N-R., Ludwig, W., Rainey, F-A., Schleifer, K-H., et Djeridane, A., Yousfi, M., Najemi, B., Vidal, N., Lesgards, Jf., Et Dolor, Jp, (2002).** La France Aux 400 Fromages. Ecole National Agronomique de Montpellier. France.
- **Dellaglio, F., De Roissart, H., Torriani, S., Curk, M. C., et Janssens, D. (1994).** Caractéristiques générales des bactéries lactiques. *Bactéries lactiques*, 1, 25-116p.
- **Deroissart, H. (1986).** Lait et produits laitiers? ar Luquet FM. *Technique et documentation Lavoisier, Paris.*
- **Deshmukh, K. (2011).** Antioxidant activity of **Khalid N.M. and Marthe E.H.,(1990).** Lactobacilles, their enzymes and role .In: Knaggs, A.R. (2003).The biosynthesis of shikimate metabolites.Natural Product Reports, 20p.
- **Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Vidal, N., Lesgards, J. F., et Stocker, P. (2007).** Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic compounds and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, 224(6), 801-809p.
- **Drouault, S., Corthier , G. (2011).** Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. *Veterinary Research, BioMed Central*, 101-117p.
- **Drouault, S., et Corthier, G. (2001).** Health effects of lactic acid bacteria ingested in fermented milk. *Veterinary research*, 32(2), 101-117p.
- **Fao, (1996).** Codex Alimentarius : Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et 2 ème protéines végétales. FAO. Vol 7.édition. Rome, 164p.
- **FAO, (2012).** Guide pratique - Stockage et conservation des grains à la ferme. Site consulté le 13 mars (2012), [www.fao.org/Wairdocs/X5163F/X5163f02.htm](http://www.fao.org/Wairdocs/X5163F/X5163f02.htm).
- **FAO, (2015).** Sur <https://www.gastronomiac.com/glossaire-des-produits/lin-description-du-lin-historique-du-lin-et-production-mondiale-de-la-graine-de-lin>.
- **FAO/OMS. (1995).** Codex Alimentarius. N°A-6-1978. Code de principes concernant le lait et les produits laitiers. Rome, 258p.

## Références bibliographiques

---

- **Federichi, M. (2005).** Bactériologie Alimentaire. Compendium d'hygiène des fermentés sur la santé. Veterinary Research, BioMed Central.101-117p.
- **Fernald, M. L. (1950).** The North American variety of *Milium effusum*. *Rhodora*, 52(621), 218-222p.
- **Ferroud,, A.C., Lamblin,, F., Lainé, E., Roscher, A., Grand, E., Mesnard, F. &Hano, C., Fleuriet, A., Jay-Allemand, C., et Macheix, J.J. (2005).** Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes, 121-216p.
- **Fliniaux, O., Corbin, C., Ramsay A., Renouard, S., Beejmohun, V., Doussot, J., et Falguières. (2005).** *Food and Agriculture*, 81(9), 889-894p.
- **Frédéric D, Jean-Louis G. E. M., et Freeman, T. P., (1995).** Structure of flaxseed. *dans: Flaxseed in human nutrition*. Eds. Cunnane S. C., Thompson, L. U., AOCS Press, Champaign, Illinois, USA, 11-21p.
- **Fuhrman, B., LavyA., et Aviram, M. (1995).** Consumption of red wine with meals reduces the susceptibility of human plasma and low-density lipoprotein to lipid peroxidation. *Am. J. Clin. Nutr.*61:549-554. (cited in Yakhlaf G, 2009).
- **Garcia-salas, P., Morales-soto, A., Segura-carretero, A., et Fernandez-gelais, S. T. (2002).** Composition du lait de chèvre et son aptitude à la transfonnationCanada, Québec.
- **Ghnimi, W. (2015).** Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées: Ri- cinuscommunis et Jatrophacurcas .Evaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur ac- tion inhibitrice sur l'activité cetylcholinestérase . Thèse de doctorat. Université de Lorraine (France) et Université de Carthage (Tunisie), 26p.
- **Gillis, J.C et Eck. (2006).** Le fromage, Lavoisier, 3eme Edition, Paris. P.874, Editorin-Chief: John WF, editor. Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition). San Diego: AcademicPress. 776-779p.
- **Gillot, G., Decourcelle, N., Dauer, G., Barbier, G., Coton, E., Delmail, D., et Mounier, J. (2016).** 1-Octanol, a self-inhibitor of spore germination in *Penicillium camemberti*. *Food microbiology*, 57, 1-7p.
- **Gledel, C., Clément, R., et Doeuff, M. (1988).** Extended lamellar solids viewed as coordination compounds: the unique reactivity of the MPS3 series. *Journal de Chimie Physique*, 85, 1053-1057p.
- **Grappin, R., Lefier, D., et Mazerolles, G. (2006).** La spectroscopie infrarouge et ses applications analutiques. Ed dunod, Paris, 626p.
- **Guerzoni, M. E., Lanciotti, R., Torriani, S., et Dellaglio, F. (1994).** Growth modelling of *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* in food model systems and dairy products. *International journal of food microbiology*, 24(1-2), 83-92p.

## *Références bibliographiques*

---

- **Guignard, J-L. (2015).** Abrégé de Botanique – Les familles de plantes 16ème édition. 90-92p.
- **Guiraud, J. P., Beluche, I., et Galzy, P. (1980).** Inulinase activity of *Debaromyces cantarellii*. *Folia microbiologica*, 25(1), 32-39p.
- **GUTIERREZ, A. (2010).** Phenolic- compound-extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules* 15: 8813-8826p.
- **Guțu, C. (2022).** Élaboration un produit dessert à partir de fromage de vache à haute valeur nutritive. In *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor* (Vol. 1,572-575p.).
- **Hadry, J., Scher, J. (1997).** Les propriétés physiques et organoléptiques du fromage. 1.
- **Halliwell, B. (1994).** Free radicals and antioxidants. *Nutr.Rev.*52:253-265. (cited in Yakhlaf G, 2009).
- **Harborne, J.B., et Williams, C.A. (2000).** Advances in flavonoid research since 1992 *Phytochemistry*. 55: 481-504.
- **Hartmann, T. (2007).** From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry* Volume 68, Issues 22–24, 2831–2846p.
- **Hayaloglu, A. A., et Farkye N. Y. (2011).** Cheese with added herbs, Spices and condiments. *hennebelle, T.*
- **Holzappel, C. B., Lafond, G. P., Brandt, S. A., Bullock, P. R., Irvine, R. B., Morrison, M. J., ... et James, D. C. (2009).** Estimating canola (*Brassica napus* L.) yield potential using an active optical sensor. *Canadian journal of plant science*, 89(6), 1149-1160p.
- **Humbert, P., Dubouchet, A., Fezans, G., et Remaud, D. (2005).** CESAR-LCPC, un progiciel de calcul dédié au génie civil. *Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées*, 256, 7-37p.
- **Hutkins, R-W. (2006).** Microbiology and Technology of Fermented Foods. IFT Press series, Blackwell Publishing, USA. 473p.
- **Ilhem, B., Sarra, B. (2019).** Dosage des composés phénoliques et détermination de l'activité antioxydante de *Linum usitatissimum* L (Doctoral dissertation).
- **Jaques, P. F. Brinson, G. M., Noone, P. G., Mauro, M. A., Knowles, M. R., Yankaskas, J. R., et Sandhu, J. S. (1998).** Bronchial artery embolization for the treatment of hemoptysis in patients with cystic fibrosis. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 157(6), 1951-1958.

## Références bibliographiques

---

- **Joint, F. A. O., WHO Expert Committee on Nutrition, et World Health Organization. (1971).** *Comité mixte FAO/OMS d'experts de la nutrition: huitième rapport, enrichissement des produits alimentaires, malnutrition protéino-calorique, Genève, 9-18 novembre 1970.* Organisation mondiale de la Santé.
- **Jung, J. H., Fouad, W. M., Vermerris, W., Gallo, M., & Altpeter, F. (2012).** RNAi suppression of lignin biosynthesis in sugarcane reduces recalcitrance for biofuel production from lignocellulosic biomass. *Plant biotechnology journal*, 10(9), 1067-1076P.
- **Kasote, D. M., Hegde, M. V., Jeantet, R. C. T., Garric, G., et Brulé G. (2017).** initiation a la technologie fromagere, lavoisier tec et doc ed.
- **König, H., Uden, G., et Fröhlich, J. (Eds.). (2009).** *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine* .Heidelberg: Springer. 3-29p.
- **Labalette F., Landé N., Wagner D., Roux-Duparque M., Saillet E., et Onidol. (2011).** La filière lin oléagineux française : panorama et perspectives. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, vol. 8, 113-122p.
- **Laiq Khan, M., Sharif M, Sarwar Sameea M, Ameen M., (2010).** Chemical composition of different varieties of linseed. *Pakistan Veterinary Journal*, 30(2), 79-82p.
- **Lamiales productrices d'antioxydants, Thèse de doctorat, Chimie Organique et Macromoléculaire, Lille1, (2006).**, 304p.
- **Lamontagne, M., Champagne, C.P., Reitz-Asseur, J., Moineau, S., Grandier, N., Lamoureux, L., Lécuyer H., Gaillard F. L et Simonet M., (1994).** **Les grands groupes de Macheix, Jj., Christian, Ja. et Allemand, J. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Collection biologique, press polytechniques et universitaires, Romandes, 1-192p.
- **Lamy, S., Blanchette, M., Michaud-Levesque, J., Lafleur, R., Durocher, Y., Moghrabi, A., ... et Béliveau, R. (2006).** Delphinidin, a dietary anthocyanidin, inhibits vascular endothelial growth factor receptor-2 phosphorylation. *Carcinogenesis*, 27(5), 989-996p.
- **Lapied, L et Petransxiene, D. (1981).** Bacteriological quality of milk and milk products-analyses and tests. *Bacteriological quality of milk and milk products-analyses and tests.*, (Ed. 2).
- **Li, Z., et Zhang, Y. (2008).** An efficient and user-friendly method for the synthesis of hexagonal-phase NaYF<sub>4</sub>: Yb, Er/Tm nanocrystals with controllable shape and upconversion fluorescence. *Nanotechnology*, 19(34), 345606.

## *Références bibliographiques*

---

- **Liégeois, J. P., Latouche, L., Boughrara, M., Navez, J., et Guiraud, M. (2003).** The LATEA metacraton (Central Hoggar, Tuareg shield, Algeria): behaviour of an old passive margin during the Pan-African orogeny. *Journal of African Earth Sciences*, 37(3-4), 161-190p.
- **Lille1. (2006)**, pp 304. Propriétés physiques. Pp. 479-492. In le fromage, de la science à la'assurance qualité. (Coord. A. ECK et J.C. GUILKLIS), 3èmed. Tec et Doc. Lavoisier, 891p.
- **Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G. (2007).** Initiation à la technologiefromagère. Tech et Doc, Lavoisier, France. 154p.
- **Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. Polyphenols: food sources and bioavailability. Am J Clin Nutr. (2004) ;79(5):727-747. doi:10.1093/ajcn/79.5.727.**
- **Matthew, M. (2007) ;** étude des bactéries lactiques à potentiel probiotique et de leurs métabolites, Thèse présentée à l'INRS – Institut Armand Frappier por l'obtention de grade de Ph.D en biologie, p18. Meal. *American Journal of Food Technology*, 6(7), 604-612p.
- **Meunier-Goddik, L., Hui, Y. H., Josephsen, J., Nip, W. K., et Stanfield, P. S. (Eds.). (2004).** *Handbook of food and beverage fermentation technology* (Vol. 134). CRC Press.
- **Middleton, E., Kandaswami, C., et Theoharides, T. C. (2000).** Microwave-Assisted Extraction of Herbacetin Diglucoside from Flax. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological reviews*, 52(4), 673-839p.
- **Millette, M. C. L. T., Le Tien, C., Smoragiewicz, W., et Lacroix, M. (2007).** Inhibition of *Staphylococcus aureus* on beef by nisin-containing modified alginate films and beads. *Food control*, 18(7), 878-884p.
- **Mœglin, C. (2011).** Multiplicité 1 dans les paquets d'Arthur aux places p-adiques. *On certain L-functions*, 13, 333-374p.
- **Mofredj, A., Bahloul H. et Chanut C. (2007).** *Lactococcus lactis* : un pathogène opportuniste. In Médecine et Maladies Infectieuses, 37(4). *Molecules* 19, 3025-303. 200-207p.
- **Mombelli, A., Schmid, B., Rutar, A., et Lang, N. P. (2000).** Persistence patterns of *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia/nigrescens*, and *Actinobacillus actinomycetemcomitans* after mechanical therapy of periodontal disease. *Journal of periodontology*, 71(1), 14-21p.
- **Moroni, O., Jean, J., Autret, J., et Fliss, I. (2002).** Inactivation of lactococcal bacteriophages in liquid media using dynamic high pressure. *International Dairy Journal*, 12(11), 907-913p.

## Références bibliographiques

---

- **Mumper, R. J. (2010).** Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15, 7313-7352p.
- **Muravenko. (2015).** The Diversity of Karyotypes and Genomes within Section Syllinum of the Genus *Linum* (Linaceae). *Revealed by Molecular Cytogenetic Markers and RAPD* Oliver, S. A. B., Vittorio, O.C., Cirilloe, G., Cyrille, B. (2016). Enhancing the therapeutic effects of polyphenols with macromolecules. *formal of the royal society of chemistry*.
- **Nordstrom, B. L., Friedman, D. S., Mozaffari, E., Quigley, H. A., & Walker, A. M. (2005).** Persistence and adherence with topical glaucoma therapy. *American journal of ophthalmology*, 140(4), 598-e1.
- **Oomah, B. D. (2001).** Flaxseed as a functional food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9), 889-894.
- **Oomah, B. D. (2003).** Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan. *Flaxseed in human nutrition*, (Ed. 2), 363-386p.
- **Oomah, B. D., Mazza G. et Kenaschuk E. O. (1996).** Flavonoid content of the flaxseed, influence of cultivar and environment. *Euphytica* 90, 163-167p.
- **Pierre, L. et Lis L. (2011).** Phenolic components from n-butanol fraction (PC-BF) of defatted flaxseed. *Secrets des plantes*. France. **Artémis. Pradhan, R., Meda, V., Rout, P., Naik, S. Dalai A. (2010).** Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press expression and solvent extraction processes. *Journal of Food Engineering*. productrices d'antioxydants, Thèse de doctorat, Chimie Organique et Macromoléculaire, 98(4): 393-397p.
- **Pingitore Jr, N. E., Eastman, M. P., Sandidge, M., Oden, K., et Freiha, B. (1988).** The coprecipitation of manganese (II) with calcite: an experimental study. *Marine Chemistry*, 25(2), 107-120p.
- **Qiu S., Lu Z., Luyengi, L., Lee, S. K., Pezzuto, J. M., Farnsworth, N. R., Thompson, L. U. et Fong H. S. (1999).** Isolation and characterization of flaxseed (*Linum usitatissimum*) constituents. *Pharm. Biol* 37, 1-7p.
- **Ramet, J. P., (1985).** La fromagerie, les variétés de fromages du bassin méditerranéen. Collection. Production et santé Animales. FAO, Rome, Italie. 187p.
- **Robredo, B., Singh, K. V., Baquero, F., Murray, B. E., et Torres, C. (2000).** Vancomycin-resistant enterococci isolated from animals and food. *International journal of food microbiology*, 54(3), 197-204p.
- **Rodier, F. (2009).** Borne sur le degré des polynômes presque parfaitement non-linéaires. *Contemporary Mathematics*, 487, 169p.

## Références bibliographiques

---

- **Roger, V. (1979).** Technologie du lait : Constitution, Récolte, Traitement et Transformation du Lait. Ed N° 3 : la Maison Rustique.505p.
- **Rombaut, N. (2013).** *Etude comparative de trois procédés d'extraction d'huile : aspects qualitatifs et quantitatifs : application aux graines de lin et aux pépins de raisin*, Thèse de doctorat (Université de Technologie Compiègne), 22p.
- **Sahraoui, Y., Sadoun D. (2015)** Essai de mise au point d'un fromage. **Sarni-Manchado, P. et Cheynier, V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. Ed Tec et Doc Lavoisier, 02-11p.
- **Saidi, H., Boullouf, B., et Tekkouk, O. E. (2018).** *Etude et réalisation d'une station météorologique sans fil à base d'arduino* (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- **Salminen, S., et Von Wright, A. (2004).** *Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects*. CRC Press.
- **Savadogo, A. et Traore A. (2011).** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. In International Journal of Biological and Chemical Sciences, 5(5), 2057-2075p.
- **Savoire, R. (2008).** *Etude multi-échelles de la séparation solide-liquide dans la trituration du lin oléagineux*, Thèse de doctorat (Université de Technologie, Compiègne), p11.
- **Sébastien A., (2015).** Implication du métabolisme carbone pour une production différentielle *Society of Agronomy- Crop Science Society of America*, 357-366.
- **Smith, F. M., & Jones, D. R. (1978).** Localization of receptors causing hypoxic bradycardia in trout (*Salmo gairdneri*). *Canadian Journal of Zoology*, 56(6), 1260-1265.
- **Takahashi, J., Fujigasaki, H., Zander, C., El Hachimi, K. H., Stevanin, G., Dürr, A., ... & Brice, A. (2002).** Two populations of neuronal intranuclear inclusions in SCA7 differ in size and promyelocytic leukaemia protein content. *Brain*, 125(7), 1534-1543.
- **Thompson, L. U., Seidl, M. M., Rickard, S. E., Orcheson, L. J. et Fong, H. H. (1996).** Université de Technologie de Compiègne, France.
- **Tim, C.T.P., Andrew, J. L. (2005).** Antimicrobial activity of flavonoids. *Int. J. Antimicrob. Ag.* 26:343–356.
- **Turska, A., Borszewska, M. K., Błaż, W., Kawalec, W., et Żuk, M. (2012).** Early screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborns in Mazovia province: experience of the POLKARD pulse oximetry programme 2006–2008 in Poland. *Kardiologia Polska (Polish Heart Journal)*, 70(4), 376-382p.

## *Références bibliographiques*

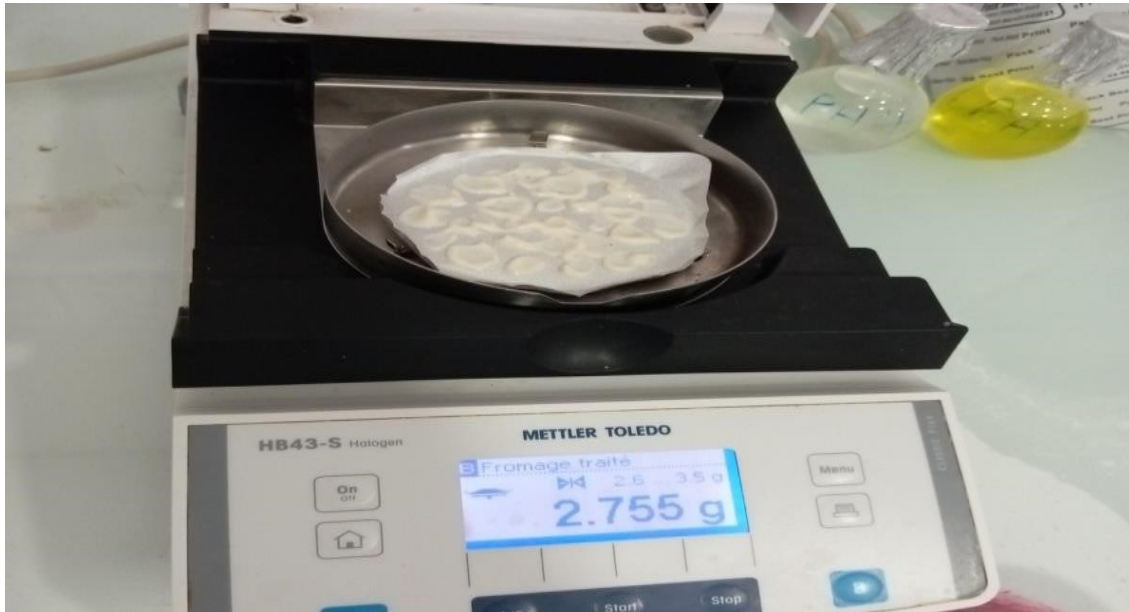
---

- **Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., & Webb, D. A. (1972).** Flora Europea III. *Londres (Angleterre): Université de Cambridge.[cité par Souleles et Argyriadou 1997]*.
- **Veisseyre, R. (1975) :** Technologie du lait. Constitution, récolte, traitement et transformation du lait. La maison Rustique. Paris. 692p.
- **Vignola, C. L. (2002).** Science et Technologie du Lait. Transformation du Lait. Fondation et Technologie Laitière du Québec. Presses Internationales Polytechnique: Québec. 600p.
- **Visioli, F., Borsani, L., Galli, C. (2000).** Diet and prevention of coronary heart disease: the potential role of phytochemicals. *Cardiovascular Research*, 47, 419-425p.
- **Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., et Wehrmuller K. (2008).** Cheese in nutrition Zahraddeen D., Bustwatis R., Mbap S.T. 2007. Evolution of some factors affecting milk composition of indigenous goats in Nigeria. *Livestock Research for Rural Development*, 19 (11) :1-8p.
- **Whitman, W-B. (2009).** Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition, Volume 3: the Firmicutes, Springer USA, 1422p.
- **Zeller, B. (1980).** Le fromage de chèvre spécificités technologiques et économiques. Thèse de doctorat, École Nationale Vétérinaire de Toulouse., 81p.
- **Zuk, M., Kulma A., Dymińska M., Szoltysek K., Prescha A., Hanuza J., et Szopa J. (2011).** Flavonoid engineering of flax potentiate its biotechnological application. *BMC Biotechnology* 11 (10), 1-19p.

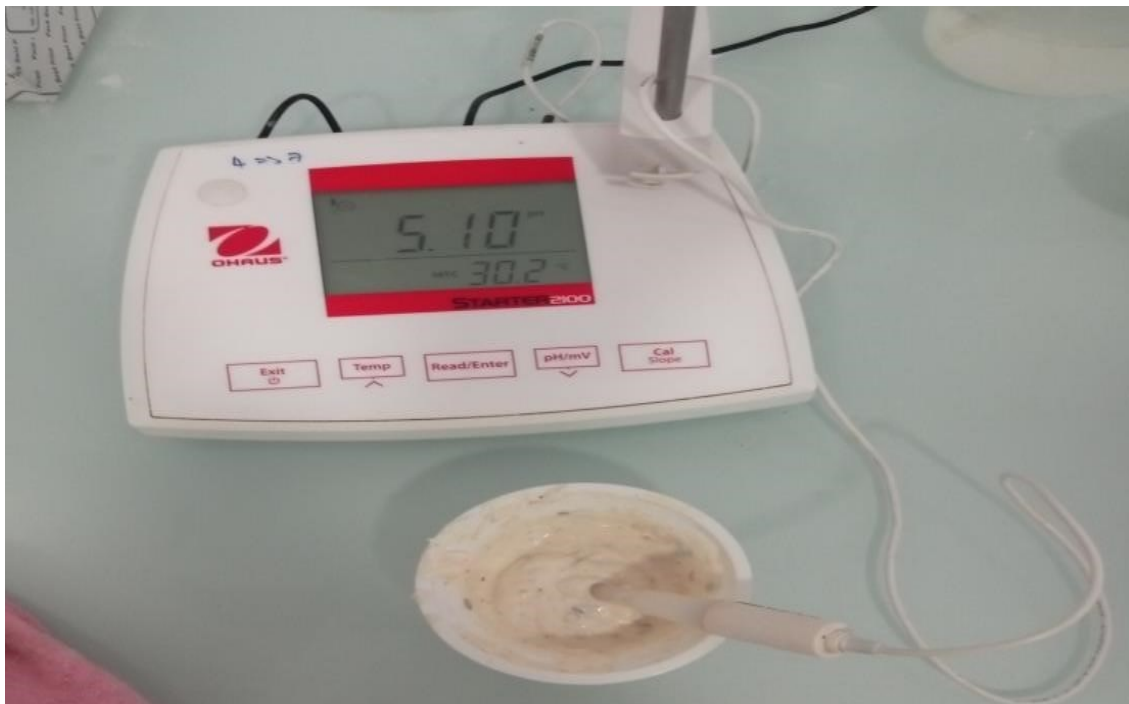
# *Annexes*

## *Annexes*

### **Annexes 01:** Figures des équipements utilisés



**Figure 1 :** Dessiccateur infrarouge.(METTLER TOLEDO).



**Figure 2 :** pH-mètre.



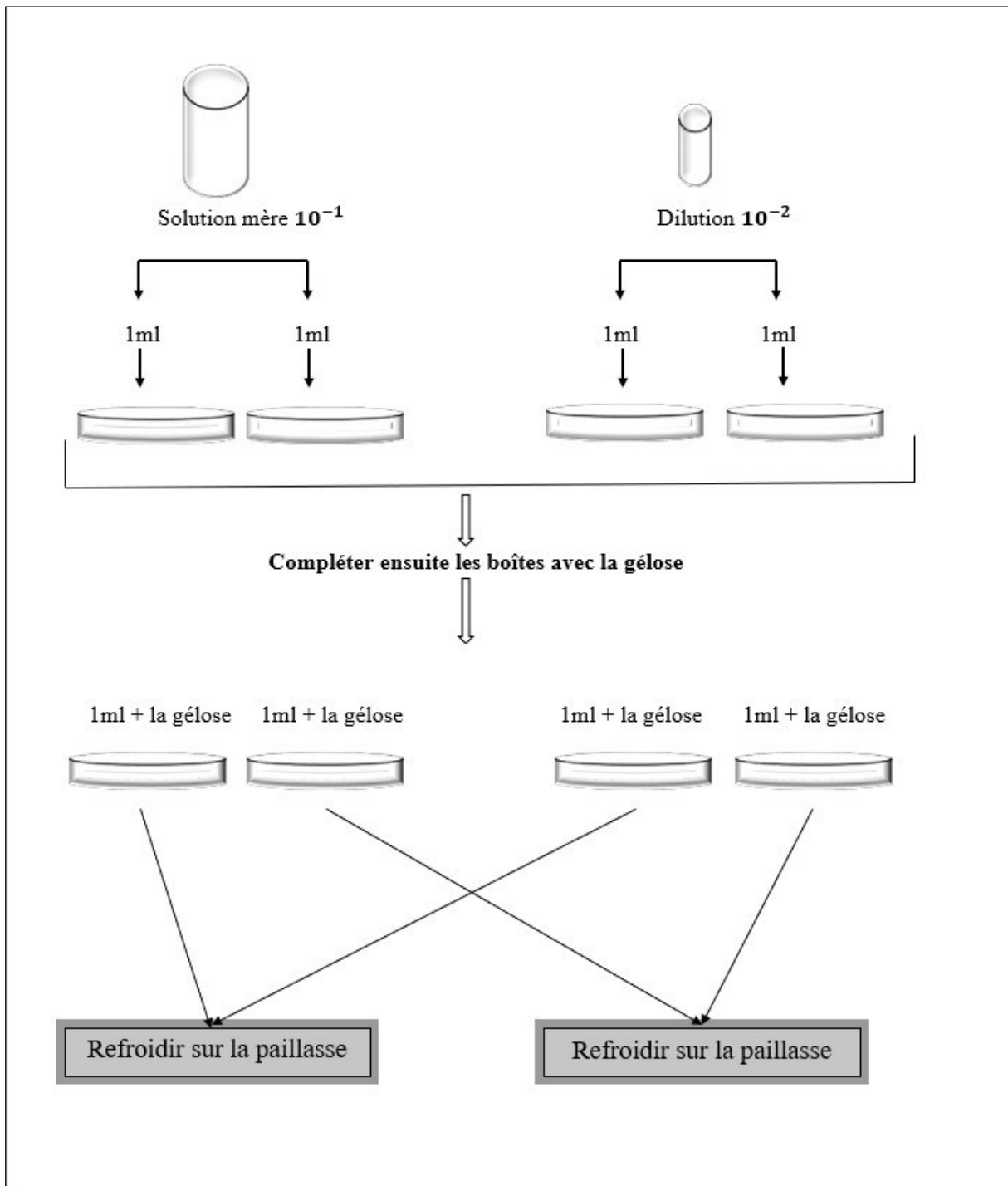


**Figure 5 :** Mélangeur (bag mixer).

**Annexe 02 : Tableau du matériels utilisés :**

Appareillages et Equipements	Verreries	Milieux de cultures	Additifs et réactifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bain marie</li> <li>- Balance de Précision</li> <li>- Centrifugeuse</li> <li>- Dessiccateur infrarouge</li> <li>- Spatule - Bec benzène à alimentation de gaz</li> <li>- Etuve</li> <li>- Réfrigérateur</li> <li>- Butyromètre</li> <li>- Une casserole</li> <li>-Un tamis</li> <li>- un pH-mètre</li> <li>- spectrophotometer - mélangeur (bag mixer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pipette pasteur</li> <li>- Flacon en verre</li> <li>- Capsule</li> <li>- Boites pétries en plastique</li> <li>- Béchers</li> <li>- Capsule en aluminium</li> <li>- Pot en verre</li> <li>-Un récipient en verre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OGA</li> <li>- TBX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'eau distillée</li> <li>- Acide sulfurique</li> <li>- alcool iso-amylique</li> <li>- Hydroxyde de sodium</li> <li>- Phénolphtaléine</li> <li>- Alcool</li> </ul>

**Annexe 03 : préparation des dilutions décimales**



**Figure 6 : Préparation des dilutions décimales.**

**Annexe 04** : Fiche de l'analyse sensorielle :

Nom et Prénom :

Date :

Age :

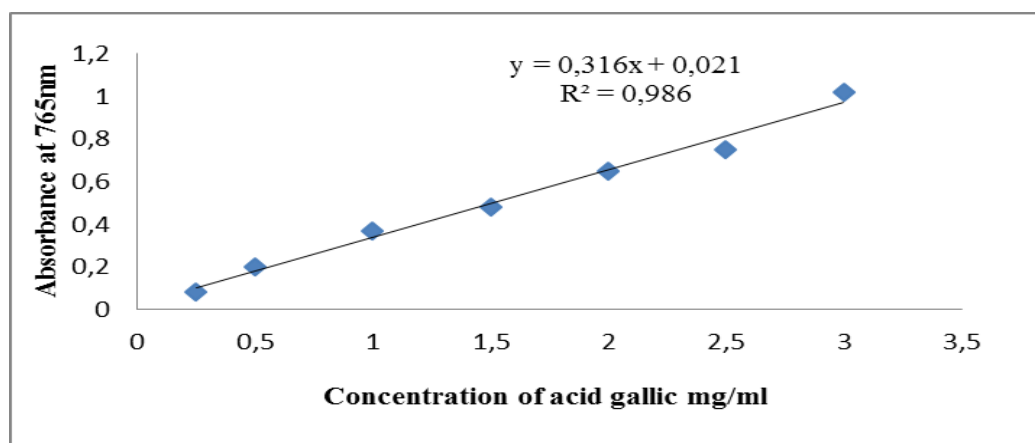
Pour les deux fromages ( un est enrichi avec la poudre de grains de lin : **F1** et l'autre est mixte ( poudre + graines ) : **F2**, il vous est demandé de juger et d'évaluer le niveau de qualité de ces derniers à partir de tableau suivant :

Veuillez cocher la case correspondante à votre choix.

	<b>Sensations ressenties</b>	<b>Fromage : F1</b>	<b>Fromage : F2</b>
<b>Couleur</b>	Blanche		
	Blanche cassée		
	Blanche jaunâtre		
	Jaune		
<b>Odeur</b>	Absente		
	Faible		
	Moyenne		
	Forte		
	Très forte		
<b>Acidité</b>	Peu acide		
	Moyenne		
	Forte		
	Très forte		
<b>Texture</b>	Crémeux		
	Coulant		
	Pâteux		
	Dure		
	Homogène		
	Présente de grumeaux		
	Acceptable		
	Absente		

<b>Amertume</b>	Faible		
	Moyenne		
	Forte		
	Très forte		
<b>Arome</b>	Absence		
	Moyenne		
	Bonne		
	Très forte		
<b>Description finale</b>	Désagréable		
	Peu agréable		
	Agréable		
	Très agréable		

#### Annexe 05 : les courbes



Polyphenols

**Annexe 06 :**

<b>Échantillons</b> <b>Paramètres</b>	<b>Le% du fromage enrichi en poudre de lin à 0,5%</b>	<b>Les normes tolérer par l'entreprise JORA</b>
<b>pH</b>	5,2±0,26	5,1-5,5
<b>EST %</b>	37,1±0,08	39 Max
<b>MG%</b>	25±1	30-38
<b>ESD%</b>	12,04±0,98	10-15
<b>Humidité %</b>	62,96±0,01	61-69

<b>Échantillons</b> <b>Paramètres</b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart type</b>	<b>Les normes tolérer par l'entreprise JORA</b>
<b>pH</b>	5	5,1	5,3	5,13	0,15	5,1-5,5
<b>EST %</b>	36,3	36,28	36,27	36,28	0,01	39 Max
<b>MG%</b>	24	26	28	26	2	30-38
<b>ESD%</b>	12,3	10,28	8,27	10,28	2,01	10-15
<b>Humidité %</b>	63,7	63,72	63,73	63,71	0,01	61-69

<b>Échantillons</b> <b>Paramètres</b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>3</sub></b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart type</b>	<b>Les normes tolérer par l'entreprise JORA</b>
<b>pH</b>	5	5,1	5,5	5,2	0,26	5,1-5,5
<b>EST %</b>	37,2	37,04	37,06	37,1	0,08	39 Max
<b>MG%</b>	24	25	26	25	1	30-38
<b>ESD%</b>	13,02	12,04	11,06	12,04	0,98	10-15
<b>Humidité %</b>	62,95	62,96	62,97	62,96	0,01	61-69

## Résumé

Le présent travail a été entrepris dans le but d'enrichir un fromage frais avec les grains de lin tout en évaluant ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques, et sensorielles. Le suivi de ces paramètres a été effectué au niveau de l'unité S.P.A Laiterie Draa Ben Khedda. Pour ce qui concerne le dosage des polyphénols et l'analyse sensorielle, elles ont été réalisées au niveau des laboratoires de l'université de Tizi Ouzou.

Les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques obtenus montrent que toutes les étapes de fabrication sont conformes aux normes fixées par l'entreprise et le JORA. Ce qui confirme la bonne qualité des matières premières utilisées, la maîtrise du process de fabrication et le respect des bonnes pratiques d'hygiène.

**Mots clés:** *Linum usitatissimum L*; Fromage frais ; Enrichissement ; analyses microbiologiques ; analyses physico-chimiques ; tests sensoriels.

### Summary:

The present work was undertaken with the aim of enriching a fresh cheese with flax seeds while evaluating its physicochemical, microbiological and sensory characteristics.

The monitoring of these parameters was carried out at the S.P.A. Laiterie Draa Ben Khedda unit. As for the dosage of polyphenols and the sound analysis, they were carried out at the laboratories of the University of Tizi Ouzou.

The results of the physico-chemical and microbiological analyses obtained show that all the manufacturing stages comply with the standards set by the company and the JORA, which confirms the good quality of the raw materials used, the control of the manufacturing process and the respect of good hygiene practices.

Key words: *Linum usitatissimum L*; Fresh cheese; Enrichment; microbiological analyses; physicochemical analyses; sensory tests.

### المخلص

تم تنفيذ العمل الحالي بهدف إثراء الجبن الطازج ببذور الكتان مع تقييم خصائصه الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية والحسية.

تم رصد هذه المعايير على مستوى ملبنة دراع بن خدة بتيزي وزو، فيما يتعلق بجرعة البوليفينول والتحليل الحسي، فقد تم إجراؤها على مستوى مختبرات جامعة تيزي وزو.

تظهر نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية التي تم الحصول عليها أن جميع مراحل التصنيع تتوافق مع المعايير التي وضعتها الشركة و الجريدة الرسمية، وهذا يؤكد الجودة الجيدة للمواد الخام المستخدمة، والتحكم في عملية التصنيع والاحترام الجيد لممارسات النظافة.

الكلمات المفتاحية:

*Linum usitatissimum L*؛ جينة الكريمة؛ إثراء التحاليل الميكروبيولوجية.

التحاليل الفيزيائية والكيميائية والاختبارات الحسية.