



Réf :/UAMOB/FSNVST/DSA/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Sciences agronomie

Spécialité : Technologie agroalimentaire et control de qualité

Présenté par :

MEBAREK NOUR EL HOUDA & REBBAH ROUMAÏSSA

Thème

***Formulation D'un fromage enrichi par trois
graines comestibles [Plantago ovata,
Salvia hispanica, Nigella sativa]***

Soutenu le: 04/ 07 /2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Mrs MENZER	MCA	Univ. Bouira	Président
Mme MOUDACHE	MCA	Univ. Bouira	Promoteur
Mme IZORANNE	MCB	Univ. Bouira	Examineur

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

*Tout d'abord nous tenons à remercier **DIEU** tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de terminer ce travail.*

*En tout premier lieu nous tenons à remercier **M^{me}MOUDACHE** pour l'honneur qu'elle nous a fait en nous encadrant, pour l'aide précieuse qu'elle nous a donné, pour ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail.*

Nous remercions également tous les responsables et techniciens de laboratoire d'unité de

FADIPLAIT :

DJENANE ANOUAR

BEKDA IDIR

GUIRI NASSIME

DJENANE SABRINA

A toutes personnes ayant participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont apporté leurs soutiens et encouragements durant la réalisation de ce travail.

Dédicace

*Tout au début, je tiens à remercier le bon dieu de m'avoir donné du courage et de la patience
afin de réaliser ce modeste travail que je dédie à :*

*Mon cher père qui a été toujours un exemple pour moi, et qui a veillé à
Ma Réussite en déployant tous les efforts nécessaires.*

*Ma chère mère qui m'a beaucoup aidé dans mes études
Pour les sacrifices qu'elle a faits, pour mon éducation et l'amour qu'elle m'a toujours accordés.*

Mes frères Bilal et Mohamed Amine et ma sœur Rihab

Ma collègue Nour el houda et sa famille.

Mon ami Yassine

*À toute la promotion d'technologie agroalimentaire et contrôle de qualité ;
À tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce modeste travail*

ROUMAÏSSA

Dédicace

Toute d'abord je tiens à dieu le tout puissant le seigneur de la grande trône « ALLAH » qui m'a guidé sur le chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et mes justes réflexes

Je dédie ce travail :

A mon héros papa ou ABI, comme j'ai toujours appelé. Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soient – elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de responsabilité et de confiance, je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai le meilleur pour ne jamais te décevoir. Que dieu t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal

Maman très chère, En ce jour mémorable, pour moi ainsi pour toi, reçoit ce travail en signe de mon profond amour. puisse le tout puissent te donner santé bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour. Tu n'as cessé de m'encourager et me soutenir durant toutes les années de mes études. Tu es toujours présente quand il le fallait, que dieu te garde pour nous ma chérie

Mes sœurs **Amina, Hayete.** & A mes frères **Mohamed, Messaoudet,** en témoignant de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je vous porte

A ma collègue **Roumaïssa** pour sa patience et à toute sa famille. & A mes chères amies : **Chaima, Menelle de Mila « Sarab »**

A toutes les filles qui me connaissent et m'aiment de la promotion d'agroalimentaire et contrôle de qualité

À tous ceux qui m'ont soutenu et aidé pour la réalisation de ce modeste travail

A tous ceux qui j'aime et ceux qui j'aime et ceux qui m'aiment

Nour el Houda ☺

Table de matière

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1

Synthèse bibliographique

Chapitre I: Graines de Psyllium

I.1. Généralités..... 4

I.2. Description et classification botanique..... 4

I.3. Origine..... 5

I.4. Composition chimique..... 5

I.5. Aspects thérapeutiques de Psyllium..... 6

I.5.1. Constipations 6

I.5.2. Hémorroïdes 6

I.5.3. Colite ulcéreuse (maladie de Crohn)..... 7

I.5.4. Appétit 7

I.5.5. Diabète sucré 7

I.5.6. Cancer 8

I.6. Utilisations industrielles 8

Chapitre II: Graine de Chia

II.1. Généralité..... 10

II.2. Description botanique de Chia..... 10

II.3. Classification botanique 11

II.4 Origine et répartition..... 11

II.5. Composition Chimique 11

II.5.1. Protéines de stockage 11

II.5.2. Fibres..... 12

II.5.3. Vitamines et Minéraux 12

II.5.3.1. Vitamines..... 12

II.5.3.2. Minéraux 12

II.5.4. Composition en acides gras..... 13

II.5.5. Les antioxydant 13

II.6. Effet thérapeutiques de chia..... 13

II.6.1. Effets antiprolifératifs et sar diaux protecteurs..... 13

II.6.2. Activité antidiabétique et antiprolifératifs 13

<i>II.6.3. Effet sur le système immunitaire</i>	14
<i>II.7. Utilisation dans l'industrie alimentaire</i>	14

Chapiter III: Grain de Nigelle

<i>III.1. Généralité</i>	16
<i>III.2. Classification botanique</i>	16
<i>III.3. Description botanique de la Nigelle</i>	16
<i>III.4. Origine et répartition</i>	17
<i>III.5. Conposition générale</i>	17
<i>III.5.1. Les vitamines et les sels minéraux</i>	18
<i>III.6. Les effets thérapeutiques de Nigelle</i>	18
<i>III.6.1. Effets anti-inflammatoire et analgésique</i>	18
<i>III.6.2. Activité antimicrobienne</i>	18
<i>III.6.3. Activité antidiabétique</i>	18
<i>III.7. Utilisation culinaire</i>	19

Chapiter IV : Le fromage

<i>IV.1 Fromage fondu</i>	21
<i>IV.1.1. Définition</i>	21
<i>IV.1.2. composition chimique</i>	21
<i>IV.2. Fabrication des fromages fondus</i>	21
<i>IV.2.1. Sélection des matières premières</i>	22
<i>IV.2.2. Épluchage, découpage et broyage du fromage</i>	22
<i>IV.2.3. Mélange, brassage, cuisson et fonte</i>	22
<i>IV.2.4. Homogénéisation</i>	22
<i>IV.2.5. Conditionnement</i>	22
<i>IV.2.6. Refroidissement</i>	22
<i>IV.2.7. Stockage du produit fini</i>	23

Partié expérimentale

Chapiter I :Materielle et méthodes

<i>I. 1. Matériel végétale</i>	28
<i>I.1. 2. Préparation de materielle végétales</i>	28
<i>I.1.2.1. Brioyage et tamisage</i>	28
<i>I.1.3. Analyse physicochimique des graines</i>	28
<i>I.1.3.1. Potentielle hydrique</i>	28
<i>I.1.3.2. Taux d'humidité</i>	28
<i>I.1.4. Extraction et dosage des composés phénoliques</i>	29
<i>I.1.4.1. Extraction</i>	29
<i>I.1.4.2. Dosage des composés phénoliques</i>	29
<i>I.1.4.2.1. Phénols totaux solubles</i>	29
<i>I.1.4.2.2. Dosage des flavonoides</i>	30

<i>I.1.4.2.3. Activité antioxydant des ex traits de chia, psylliem et nigelle</i>	30
<i>I.1.4.2.3.1. pouvoir réducteur ferrique</i>	30
<i>I.1.4.2.3.2.activité anti-radicalaire du DPPH</i>	31
<i>I.2. Essais d'incorporation des trois grai nes broyées(psylliem, chia et nigelle) dans le fromage</i>	32
<i>I.3. Analyses physico-chimiquesde fromage enrichi</i>	33
<i>I.3.1. Détermination du ph</i>	33
<i>I.3.1.1. Le principe</i>	33
<i>I.3.1.2.Mode opératoire</i>	33
<i>I.3.1.3. La lecture</i>	33
<i>I.3.2. Détermination de l'extrait sec total</i>	33
<i>I.3.2.1. Princepe</i>	33
<i>I.3.2.2. Mode opératoire</i>	33
<i>I.3.2.2.1. Lecture</i>	33
<i>I.3.3. Détermination de lamatière grasse</i>	33
<i>I.4. Les analyses sensorielles</i>	34

Chapitre II : Résultatates et discusion

<i>II.1. Analyses physico chimique des graines</i>	36
<i>II.1.1. Potentielle hydrique</i>	36
<i>II.1.2. taux d'humidité</i>	36
<i>II.1.3. teneur en poly phénols totaux</i>	36
<i>II.1.4. Les flavonoides</i>	38
<i>II.1.5. Pouvoir réducteur FRAP</i>	38
<i>II.1.6Activité anti radculaire DPPH</i>	39
<i>II.2. Les analyses physicochimiques deproduit fini</i>	40
<i>II.2.1. potentielle hydrique ph</i>	40
<i>II.2.2. Matière grasse</i>	42
<i>II.2.3. Extrait sec</i>	42
<i>II.3Analyses sensorielles</i>	43
<i>II.3.1.La texture</i>	43
<i>II.3.2. La couler</i>	44
<i>II.3.3. La surface</i>	45
<i>II.3.4. L'odeur</i>	46
<i>II.3.5. La saveur</i>	46
<i>II.3.6 L'arome</i>	47
<i>.Conclusion</i>	49

Liste des abréviations

HLA-B2712 antigène leucocytaire humain

LDLLöwDensitéLipoprotéine

USDAUnited States Departemet of Agriculture

HDLHightDensitéLipoprotéine

SDS-PAGEElectrophorèse sur Gel de Polyacrylamide en présence de Dodécylsulfate de Sodium

KDaKilo Daltons

CLHPChromatographie liquide à haute performance

DLQIDermatology Life Quality Index

DPPHDipheny 1-1-picryl hydrazil

ESTExtrait Sec Total

FRAP Pouvoir Réducteur Ferrique

MCMVCytom Gal virus Murin

MG /MS Matière grasse / matière sèche

SCDStéaryle-CoA 9-désaturase

PHPotentiel Hydrique

CHChia

PSEEnveloppe de psylluim

PSGGraines de psylluim

NGNigelle

Mo Micro organisme

Liste de figures

Figure 1 : Grain du psyllium (photo d'origine).....	04
Figure 2 : Différents organes de la plante de <i>Salvia hispanica</i> L.....	10
Figure 3 : Aspect morphologique de la plante Nigelle(GUIGNARD J.L.; 2001).	17
Figure 4 : Photographéi des graines (Chia, psyllium, nigelle) et leur poudre (photo d'origine).....	26
Fégre 5 : photographéi des etapes d'extraction pare la methode de macération	29
Figure 6 : Photographie des etapes de préparation le dosage de pouvoire reducteur ferriques.....	31
Figure 7: Mécanisme réactionnele intrvenant lors du teste DPPH. entre l'espece radicalaire (DPPH.) et un anti oxydant.....	31
Figure 8 : l'incorporations des graines	Error! Bookmark not defined. 2
Figure 9 : Histogramme exprimé la teneure en poly phénol totaux solubles	37
Figure 10: Histogramme exprimé la teneure en flavonoides.....	38
Figure 11 :Histogramme de pouvoire reducteur FRAP.....	39
Figure 12:Histogramme exprimé l'activité anti radicalaire du DPPH.....	40
Figure 13 :Diagramme de variation du ph.....	41
Figure 14: Diagramme de variation de la matière grasse.....	42
Figure 15: Diagramme de la variation de l'extrait sec du six fromages.....	43
Figure 16: Diagramme comparative sur le teste de texteure	44
Figure 17: Diagramme comparative sur le teste de couleur	45
Figure 18: Diagramme comparative sur le teste de surface.....	45
Figure19 : Diagramme comparative sur le test d'odeur.....	46
Figure 20 : Diagramme comparative sur le teste de saveur.....	47
Figure 21: Diagramme comparative sure le test d'arome.	47

Liste de tableau

Tableau1 : Classification botanique de Psyllium	04
Tableau 2 : Composition de l'enveloppe de psyllium.....	05
Tableau 3 : Composition minéralede l'enveloppe de psyllium.....	05
Tableau 4 : Classification de <i>Salvia hispanica</i> L.....	11
Tableau 5 : Classification botanique selon Bentham et Hooker	16
Tableau 6 : Composition du fromage fondu.....	21
Tableau 7 : Résultatés de PH des graines.....	36
Tableau 8 : Résultatay de matiers séche des graines MS.	36

Introduction

L'homme a toujours cherché à utiliser les plantes et leurs graines pour assurer sa survie et à extraire des plantes des médicaments pour soigner ses maladies (Tabuti et al. 2003). De nombreux experts en nutrition humaine s'intéressent de plus en plus à la diversification et à l'utilisation combinée de produits dans de nouvelles formulations alimentaires sans altérer leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques, voire parfois en les enrichissant (**Brennan et al., 2003 ; Chillo et al. 2008**)

Depuis quelques années, on constate un intérêt croissant pour l'utilisation des différentes parties des plantes médicinales (feuilles, tiges, fruits, graines, etc.), non seulement dans le domaine de la médecine, mais surtout dans le domaine de l'agroalimentaire (**Benaissa, 2011**).

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

Notre étude c'est porté sur la préparation de nouveaux produits de fromages qui sont enrichi par trois graines comestible (psyllium, Chia, Nigelle) afin d'élever la valeur nutritionnelle de ces derniers

Le travail présenté à était structuré comme suit :

- ✓ La première partie est une synthèse bibliographique dans laquelle des généralités sur les graines comestibles (psyllium, chia, nigelle) et le fromage sont présentées
- ✓ La deuxième partie quant à elle explique la partie expérimentale, ou nous avons effectué les extractions des composés phénoliques par deux méthodes : Macération et Ultrason en utilisant l'éthanol 70% comme solvant
- ✓ Le dosage des composés phénoliques totaux, flavonoïdes, ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydant par les deux tests (FRAP et DPPH) ont été aussi réalisés
- ✓ Enfin l'incorporation des graines précédemment citées dans un type de fromage frais. Les analyses physicochimiques ainsi que des analyses sensorielles sont aussi réalisées.

Synthèse bibliographique

Chapitre I
Graines de Psyllium

I.1.Généralité

Le psyllium (*Plantago ovata*) est une plante herbacée annuelle à croissance lente originaire d'Inde et d'Iran, également connue sous le nom d'*Ispaghul* (Blumenthal *et al.*, 2000). L'enveloppe de psyllium est une fibre hydrosoluble formant un gel pouvant l'utilisé dans plusieurs formulations alimentaires et cosmétiques)(Al-Assaf *et al.*, 2003).

I.2. Description et classification botanique

Les graines de psyllium se présentent sous la forme d'écailles ovales jaune pâle plus ou moins lancéolées de 1 à 2 mm.



Figure 1 : Graines de psyllium (photo d'origine)

La classification de *plantago ovata* est la suivante

Tableau 01 : Classification botanique de Psyllium (Applequist ,2006)

<u>Règne</u>	<u>Plantae</u>
<u>Sous-règne</u>	<u>Tracheobionta</u>
<u>Division</u>	<u>Magnoliophyta</u>
<u>Classe</u>	<u>Magnoliopsida</u>
<u>Sous-classe</u>	<u>Asteridae</u>
<u>Ordre</u>	<u>Plantaginales</u>
<u>Famille</u>	<u>Plantaginaceae</u>
<u>Genre</u>	<u>Plantago</u>
<u>Espèce</u>	<u><i>Plantago ovate</i></u>

1.3. Origine

L'ispaghul est une plante herbacée annuelle cultivée en Inde dans les États du Gujarat, du Maharastra, du Pendjab et dans certaines parties du Rajasthan et de la province du Sindh au Pakistan (**Rangari, 2008**).

Il est aussi cultivé en France et en Espagne pour le marché européen. Les graines ovales de *Plantago* sont cultivées dans le sud de l'Europe, en Afrique du Nord et au Pakistan occidental (**Gupta, 2005**).

1.4. Composition chimique

Les coques des graines sont plus couramment utilisées, mais les graines elles-mêmes sont également administrées. Le psyllium est un mélange de polysaccharides : pentoses, hexoses et acides uroniques. Les graines contiennent environ 47 % de fibres solubles et les d'enveloppes sont généralement constituées de 67 à 71 % de fibres solubles et d'environ 85 % de fibres totales (**Ahmadi et al., 2012**).

Le tableau 2 montre les paramètres nutritionnels de l'enveloppe de psyllium.

Tableau 1 : Composition de l'enveloppe de psyllium (**Qaisrani et al, 2014**)

Constituants	Quantité (%)
Humidité	6.43 ± 0.05
Cendre	3.85 ± 0.04
Protéine brute	2.08 ± 0.06
Gras	0.09 ± 0.01
Fibre brute	3.83 ± 0.02
Extrait sans azote (NFE)	83.72 ± 0.08
Fibres alimentaires	76.63 ± 1.32
Arabinoxylènes	46.71 ± 2.14

La composition en minéraux de l'enveloppe est indiquée dans le tableau 3

Tableau 2 : Composition minérale de l'enveloppe de psyllium. (**Guo et al., 2008**)

Composition minerals	µg/g
Calcium	1500
Magnésium	150
Phosphoreux	140
Potassium	8500

Sodium	640
Soufre	23

1.5. Aspects thérapeutiques

Le psyllium a été rapporté pour le traitement de la constipation, de la diarrhée et du syndrome du côlon irritable, maladie intestinale inflammatoire (colite ulcéreuse), cancer du côlon, diabète et hypercholestérolémie (**Majmudar et al., 2008**)

1.5.1. Constipations

La cosse de psyllium est largement utilisée pour le traitement de la constipation en raison de ses composants mucilagineux. Lorsqu'il est mélangé avec de l'eau, l'efficacité thérapeutique du médicament est due au gonflement du tégument mucilagineux qui donne du volume et de la lubrification (**Tyler et al., 1988**). Le psyllium augmente le volume des matières fécales en absorbant l'eau dans le tractus gastro-intestinal, ce qui stimule le péristaltisme (**Read 1986**). La pression infraliminale est diminuée, le transit du côlon est augmenté et la fréquence de défécation est augmentée (**Marteau et al., 1994**)

L'efficacité des fibres, et psyllium en particulier, sur la constipation dépend de la cause principale de la constipation. Dans une étude portant sur 149 patients souffrant de constipation chronique, la consommation de 15 à 30 g par jour d'une graine de psyllium fournit un soulagement intestinal à 85 % des participants qui n'avaient aucune cause pathologique connue pour leur constipation. Seuls 20 % des individus au transit lent ont répondu au psyllium et 37 % de ceux souffrant de troubles de la défécation y compris la rectocèle, le prolapsus interne, l'anisme et l'hypo sensibilité rectale ont constaté une amélioration (**Alternative Medicine Review, 2002**)

1.5.2. Hémorroïdes

Avec l'avantage connu du psyllium pour la constipation et les selles molles, le psyllium a également été signalé comme étant bénéfique pour le traitement des hémorroïdes. Il s'est avéré qu'il avait un effet significatif dans l'amélioration de la réduction des saignements et une réduction spectaculaire des coussins hémorroïdaires congestionnés (**Perez et al. 1996**)

I.5.3.Colite ulcéreuse (maladie de Crohn)

Les deux principaux sites de la maladie de Crohn sont l'iléon, qui est la dernière partie de l'intestin grêle (iléite, entérite régionale) et le côlon (colite de Crohn). Peu d'études ont examiné la capacité du psyllium à maintenir la rémission dans la colite ulcéreuse. Il a été démontré que les fibres alimentaires sont bénéfiques pour maintenir la rémission dans la colite ulcéreuse humaine. La supplémentation en fibres alimentaires améliore les lésions du côlon par l'antigène leucocytaire humain HLA-B2712. Dans un essai ouvert, chez des patients atteints de colite ulcéreuse, les suppléments de graines de psyllium (10 g deux fois par jour) étaient aussi efficaces que la mésalazine pour maintenir les émissions. Il a été déduit que l'effet peut éventuellement être dû à des niveaux accrus d'acide butyrique avec une supplémentation en psyllium (**Revue de la médecine alternative 2002**).

I.5.4.Appétit

Le psyllium peut également avoir un effet sur l'appétit. Une étude sur 17 femmes a examiné l'effet de 20 g de graines de psyllium 3 h avant le repas et à nouveau immédiatement après le repas au cours de trois études de 3 mois. Les sujets ont signalé une augmentation significative de la sensation de satiété 1 h après les repas avec le psyllium et ont présenté un apport en graisses significativement plus faible avec ces repas (**Trumbull et Thomas, 1995**).

I.5.5.Diabète sucré

Les fibres alimentaires de psyllium ont été largement utilisées dans les aliments transformés pour aider à la perte de poids et au contrôle de la glycémie chez les personnes atteintes de diabète (**Anderson et al., 1999**).

Il a été démontré qu'il améliore l'index glycémique postprandial et la sensibilité à l'insuline. Chez le rat, il a été constaté qu'il inhibait l'absorption du saccharose et du glucose dans le tractus gastro-intestinal. Des études ont également montré que l'élimination du glucose sanguin est améliorée en régulant l'expression du transporteur de glucose GLUT-4 (**Yu et al., 2009**).

L'effet de la cosse de psyllium a été étudié chez 34 hommes atteints de diabète de type 2 et d'hypercholestérolémie, ayant reçu soit un placebo, soit 5 g de psyllium deux fois par jour pendant 8 semaines. Le cholestérol total était inférieur de 8,9 % et le LDL de 1 %. De plus, l'augmentation postprandiale du glucose a été significativement réduite (**Anderson et al., 1999**).

I.5.6. Cancer

Les graines de *Plantago. ovata* ont été utilisées chez l'homme pour lutter contre le cancer (**Liangli et Wei Liu, 2012**). De plus, la présence de lutéoléine-7-O-b-glucoside, un flavonoïde majeur présent dans les feuilles de psyllium, a fortement inhibé la croissance des lignées cellulaires cancéreuses (**Galvezet al., 2003**). Il a été rapporté que le butyrate qui est présent dans le psyllium présente une activité contre le cancer colorectal et est le substrat oxydatif préféré des cellules du côlon pour le traitement de la colite ulcéreuse (**Yu et al., 2009**).

I.6. Utilisations industrielles

La poudre de mucilage d'isolat de psyllium présente une dissolution plus rapide du médicament et une biodisponibilité améliorée, et la poudre de mucilage s'est avérée efficace comme désintégrant et super désintégrant dans les formulations de comprimés (**Khinchi, 2011; Patney, 2013**)

Les dosettes de psyllium sont communément connues dans le commerce sous le nom de Bhusi ou Satisabgol et sont disponibles en différentes qualités sur le marché. La qualité de la coque est déterminée par sa taille, sa couleur et la présence de rayures rouges sur la couche supérieure de graines. Grande coque, blanche sans rayures rouges, très pertinente pour les renversements. L'Inde est le plus grand producteur et le principal fournisseur de graines et d'enveloppes de psyllium sur le marché mondial. Les États-Unis sont un important importateur de graines et d'enveloppes de psyllium (**Khinchi, 2011**)

Le tégument peut être utilisé comme aliment pour animaux, notamment dans le cas des mammifères. Les graines décortiquées représentent environ 69% du poids total de la culture de graines utilisée pour la nourriture des oiseaux

Chapitre II
Graines du Chia

II.1. Généralité

Chia est une plante herbacée annuelle originaire du centre du Mexique et du nord du Guatemala et appartient à la famille des Lamiacées (**Abdelhalim et Hanrahan, 2021**).

Cette espèce a été expédiée en Espagne depuis le Mexique par Cristobal Colón. Dans la langue Nahuatl, le mot Chian (connu aujourd'hui sous le nom de chia) signifie huileux, ainsi les Aztèques utilisaient le mot chia pour désigner toutes les épices du genre *Salvia*, qui se caractérisent principalement par leur forte teneur en huile (**Sosa, 2016**).

II.2. Description botanique de Chia

Les graines de Chia sont caractérisées par des graines douces et brillantes, de couleur gris-brun avec des taches brun foncé et parfois blanches (**Di Sapio et al., 2012**), elles sont petites et légères, ainsi le poids de 1000 graines peut varier de 0,94 à 1,29 g (**Busilacchi et al., 2013**). Les fruits sont ronds (Figure 2) de 1,5 à 2 mm de long et de 1 à 1,2 mm de diamètre (**Lopez et al., 2017**). Les fleurs de Chia sont hermaphrodites, violettes, bleues ou blanches (**Capitani et al. 2012**), de 3-4 mm de diamètre, verticillées au sommet des pousses (Figure 2). Les feuilles ovales vert citron disposées dans des directions opposées (Fig. 2), de 80-100 mm de long et 40-60 mm de large, sur des pétioles de 40 mm de long à bords dentelés (**Lopez et al., 2017**).



Figure 2 : Différents organes de la plante de *Salvia hispanica* L

A: Exo morphologie des fruits ; B: aspect général d'un individu adulte (Di Sapiro et al., 2012) ; C: graines de chia foncées (côté gauche) ,graines de chia blanches (côté droit) (Valdivia-Lopez et Tecante , 2015); D: graines entières (image approximative) (Grancieri et al., 2019) ; E: plante ; F et G: fleurs (Orona-Tamayo et al., 2017).

II.3. Classification botanique

La plante de chia appartient à la famille des Lamiacées. Sa classification est la Suivante (Tableau 4)

Tableau 3 : Classification de *Salvia hispanica L (Hernández, 2012).*

Règne	plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamicée
Genre	Salvia
Espèce	<i>Salvia hispanica</i>

II.4 Origine et répartition

La plante de chia est une plante originaire d'Amérique centrale, des climats tropicaux chauds, des montagnes de l'ouest et du centre du Mexique et du Guatemala **(Di Sapiro et al., 2012)**

Il pousse naturellement dans les zones de forêts de chênes ou de pins, où les températures sont généralement plus fraîches, dans les milieux semi-thermaux et tempérés de la Sierra Madre et du sud du Chiapas, à des altitudes allant de 1 400 à 2 200 mètres. **(DiSapiro et al. 2012)**

II.5. Compositionschimique

II.5.1. Protéines de stockage

La teneur en protéines des graines de chia se situe entre 16 et 26 %, selon la zone géographique dans laquelle la culture est récoltée. La plupart sont de la gliadine (538 g/kg de

protéine brute), suivie du gluten (230 g/kg de protéine brute), de la globuline (70 g/kg de protéine brute) et de l'albumine (39 g/kg de protéine brute) (**Ayerza et Coates, 2011**). Selon les données du département américain de l'agriculture (**base de données USDA 2018**), les graines de chia contiennent 18 acides aminés

II.5.2 .Fibres

La teneur totale en fibres alimentaires des graines de chia est de 36 à 40 grammes pour 100 grammes, ce qui est beaucoup plus élevé que la teneur en fibres alimentaires de plusieurs céréales, légumes et fruits tels que le maïs, les carottes, les épinards, les bananes, les poires, les pommes et le kiwi. (**Ovando et al., 2009**). La teneur en fibres des graines de chia dépend de la région de culture et du climat. Elles contiennent deux fois plus de fibres que le son et 4 à 5 fois plus de fibres que les amandes, le soja, le quinoa ou l'amarante (**Pizarro et al., 2014**).

La fibre alimentaire insoluble des graines de chia est capable de retenir plusieurs fois son poids en eau pendant l'hydratation. (**Muñoz et al., 2012**)

II.5.3.Vitamines et Minéraux

II.5.3.1. Vitamines

Les graines de chia sont une bonne source de vitamines du complexe B : 0,1 mg/100 g de B6, 0,7 mg/100 g de thiamine, 0,2 mg/100 g de riboflavine et 7,2 mg/100 g de niacine. La vitamine C est également présente à raison de 5,4 mg/100 g de graines (**Craig, 2003 ; Silva, 2014**).

II.5.3.2.Minéraux

Les minéraux, comme les vitamines, ne sont pas synthétisés par le corps, mais sont nécessaires pour maintenir le corps dans une santé optimale. Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser des sources externes telles que la nourriture, les suppléments nutritionnels et l'absorption par la peau pour assurer un apport adéquat en minéraux (**Rendón et al., 2012**)

La composition minérale de la graine de chia présente est très riche, les éléments majeurs sont : Le phosphore (604–919 mg/100 g), le potassium (726–826 mg/100 g), le calcium (56–590 mg/100 g) et le sodium (103–260 mg/100 g).

II.5.4. Composition en acides gras

Les graines de chia contiennent 25 à 40 % de matières grasses, dont la plupart sont sous forme d'acides gras polyinsaturés tels que l'acide alpha-linoléique oméga-3 et l'acide alpha-linoléique oméga-6, parmi les acides gras majeurs, L'acide ω -6 alpha linoléique (59,76%, L'acide ω -3 alpha-linoléique (20,37%), L'acide Oléique (10,53%), l'acide palmitique (7,10%) et l'acide stéarique (4,23%) de matière grasse (Marineli *et al.*, 2015)

II.5.5. Les antioxydant

Les graines et les huiles de chia contiennent de grandes quantités d'antioxydants naturels tels que les tocophérols, les phytostérols, les caroténoïdes. Les composés phénoliques sont principalement composés d'acide caféique et de composants flavonoïdes, y compris la myricétine, quercitrine et kaempférol. (Alvarez-Chavez *et al.*, 2008).

II.6. Effet thérapeutiques de Chia

Des études scientifiques ont démontré l'efficacité des graines de chia contre l'hypertension artérielle, la dyslipidémie, le diabète, l'anxiété, une faible immunité et la dépression. Ces avantages thérapeutiques sont attribués à la présence d'activités biologiques et de nutriments. Plusieurs chercheurs ont rapporté l'utilisation du chia (*Salvia hispanica*) comme complément nutraceutique et diététique (De Falco, 2017; Lanzotti *et al.*, 2017; Marcinek *et al.*, 2017)

II.6.1. Effets antiprolifératifs et cardiaux protecteurs

Il a été démontré que la matière grasse des graines de chia possèdent des effets antiprolifératifs, retardant ainsi la croissance des cellules tumorales (Bishnoi, S 2017), cette activité est due à la présence d'acides gras oméga-3, ces derniers agissent aussi comme cardioprotecteurs en bloquant les canaux calciques et sodiques anormaux et en améliorant le tonus parasympathique et la variabilité de la fréquence cardiaque. (Ayerza et Coates 2007)

Dans des études ultérieures ; un régime alimentaire possédant 50 g de graines de chia par jour pendant 30 jours chez 12 sujets sains ont significativement réduit la tension artérielle sans aucun effet secondaire (Vertommen Van de Sompel *et al.*, 2005)

II.6.2. Activité antidiabétique et anti-obésité

Vuksanet (2017) ont découvert l'efficacité du chia dans le diabète de type 2 en raison d'une perte de poids accrue chez les sujets. Les graines de chia se sont révélées efficaces dans la satiété et donc chez les patients obèses (Jenkins *et al.*, 2016).

Il a été rapporté que l'utilisation de graines de chia améliore la tolérance à l'insuline et au glucose, la fibrose cardiaque et hépatique, l'inflammation et inhibe l'activité de la stéaryle-CoA 9-désaturase (SCD). Il a été démontré que l'inhibition de la SCD prévient l'obésité, l'accumulation de lipides cellulaires et la résistance à l'insuline chez la souris (**Poudyal et al., et Brown, 2012**)

II.6.3. Effet sur le système immunitaire

Des études ont montré que les graines de chia ont une activité de renforcement immunitaire significative. Le poids du thymus et les concentrations sériques d'IgE ont été étudiés comme indicateurs de l'activité immune stimulatrice chez des rats Wistar mâles sevrés de 23 jours. Les résultats d'une étude sur des rats Wistar mâles sevrés de 23 jour sont montrés que la consommation de toute forme de graines de chia dans l'alimentation des sujets entraînait une augmentation significative des concentrations d'IgE. (**Yadav et al., 2020**)

II.7. Utilisation dans l'industrie alimentaire

L'excellente capacité de rétention d'eau des graines de chia - 27 fois leur propre poids - les rend utiles dans une variété de préparations alimentaires (**Muñoz et al., et Aguilera, 2012**)

De nombreuses études ont démontré le pouvoir émulsifiant des graines de chia. Les capacités de liaison à l'huile et à l'eau des graines de chia se sont avérées supérieures aux épaississants commerciaux typiques ; des caractéristiques supplémentaires avec des propriétés fonctionnelles ont également été incorporées dans les aliments lorsqu'elles sont utilisées sous forme de graines de chia entières ou de farine (**Falco et al., 2017**).

Le mucilage de chia est facilement utilisé dans l'industrie alimentaire comme stabilisateur de mousse, émulsifiant ou liant (**Muñoz et al., 2012**)

La gomme de chia peut être utilisée dans l'industrie alimentaire comme agent aromatisant pour augmenter la perception de la saveur des aliments dans la bouche en raison de la présence d'une capacité d'absorption des graisses appropriée. Le chewing-gum est stable même à des températures élevées jusqu'à 244 ° C, ce qui montre la promesse de la gomme de graines de chia dans les formulations alimentaires (**Timilsena et al., et Adhikari, 2016**)

Les graines de chia ont une rétention d'eau, une activité émulsifiante (53,26 ml/100 ml), une stabilité d'émulsion et une absorption plus élevées lorsque d'autres sources de fibres telles que le soja et le blé. Par conséquent, les graines de chia peuvent être facilement utilisées dans les pains, les sucreries, les desserts et les biscuits (**Capitani et al., 2012**) ; (**Vázquez-Ovando, et al., 2009**)

Chapitre III
Graines du Nigelle

III.1. Généralité

Nigella sativa L est une plante qui pousse dans les régions semi-arides. Elle occupe une place particulière en raison de son large éventail d'applications. La médecine dans la civilisation islamique, grâce au proverbe du prophète Mohammed : « El habbah sauda est le médicament de toutes les maladies sauf la mort », qui a été un mystère scientifique jusqu'à l'époque moderne. L'avènement de la technologie a démontré avec succès les propriétés thérapeutiques des graines de cette plante. (Antuonoet al.,2002 ; Badary et al.,2003). Il est répandu dans la plupart des pays mandéens tels que l'Europe centrale, l'Asie occidentale et certains pays arabes. Traditionnellement utilisé pour la cuisine et à des fins médicinales. Dans tous les traitements de l'asthme, de l'inflammation, de la toux, de l'eczéma et des affections pseudo-grippales, il est considérable comme remède naturel à de nombreux maux. Les graines ou l'huile de Nigelle sont extraites et utilisées comme diurétique, carminatif, cholérétique et vermifuge (Ghedira K, 2006)

III.2. Classification botanique

La classification botanique que nous avons choisi d'utiliser, provient du système établi par Bentham et Hooker. Cette classification, qui n'est pas phylogénétique, reste à l'heure actuelle très utilisée pour la classification des espèces végétales tableau 06

Tableau 05 : Classification botanique selon *Bentham et Hooker,(2002)* (*Ozenda ,2002;Spichiger et al. 2002.*)

Embranchement	Spermaphytes
Sous_ embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dialypétales
Série	Thalamiflores
Ordre	Ranales
Famille	Renonculacées
Genre	<i>Nigella</i>
Espece	<i>Nigella sativa</i>

III.3. Description botanique de la Nigelle

Différentes espèces de Nigelle ont des caractéristiques communes : Ce sont des annuelles aux feuilles plumeuses très dentelées et plus ou moins linéaires dans leurs parties. Feuilles pennées, divisées en lobes étroits, lancéolées à linéaires et étiquetées de nectar. Elles ressemblent à des pattes d'araignées ou ressemblent à du fenouil,. Les feuilles inférieures sont petites et en forme de pétale, et les feuilles supérieures sont longues. Ils sont disposés face à

face (Moussaoui ,2013.).La plante est hermaphrodite et le fruit est une capsule sphérique formée de 3 à 6 carpelles soudés à la base. Chaque capsule contient plusieurs graines triangulaires blanches qui noircissent à maturité et sont exposées à l'air (Moussaui M, 2013.) Nigelle est surtout reconnue pour ses graines oléagineuses, dont la saveur est âcre et piquante. Ses graines sont ovoïdes, mesurant de 2 à 3,5 mm. Elles présentent 3 à 4 angles avec une face supérieure finement granuleuse et réticulée. Au broyage, elles dégagent une odeur fortement aromatique, tenant du poivre et de l'anis et aussi de la noix de muscade (Wichele M *et al* ., 2003.)



Figure 03: Aspect morphologique de la plante Nigelle (Guignard, 2001).

III.4. Origine et répartition

L'Asie Mineure représente l'emplacement naturel du genre de plantes appartenant à cette espèce, telles qu'elles existent dans de vastes zones en Irak, en Syrie ou dans d'autres parties du bassin méditerranéen. Par la suite, elles ont été cultivées dans toutes les régions tempérées d'Afrique. Mais les plus importants pays producteurs (de graines noires) sont les États-Unis, l'Inde, le Pakistan, l'Iran, l'Irak, la Syrie et l'Égypte (Chamseddine, 2003).

III.5. Composition générale

La composition de graines de nigelle varie selon les conditions géographiques et climatiques, les techniques de culture, de récolte et de stockage, et les méthodes de recherche (extraction et détection) utilisées. Les valeurs approximatives des compositions sont données dans le tableau 2. La composition générale des graines de *N. sativa* a montré des teneurs

relativement élevées en glucides (33-34%), en lipides (30-35%) et en protéines (16-21%). (AL-Salehi *et al.*,2006).

La protéine de graine de Nigelle est constituée de 17 acides aminés dont 8 sont des acides aminés essentiels : Leucine, Valine, lysine, thréonine, phénylalanine, isoleucine... etc

III.5.1. Les vitamines et les sels minéraux

Une étude menée en Egypte sur la composition de *Nigella sativa* L.a montré des teneurs intéressantes en vitamines B1, B2, B6, PP et en acide folique (Nergiz *et al.* , 2003).

Une étude menée sur la composition en minéraux montre la présence de plusieurs oligoéléments tel que le potassium (808mg/ 100g), le calcium (570mg/ 100g), le phosphore (543mg/ 100g), le magnésium (265mg/ 100g).etc . L'absence de métaux lourds (cadmium, plomb et arsenic) dans les graines de Nigelle sativa est confirmée dans une autre étude précédente menée par AL-Jishi *et* Abu hozaifa,(2003)

III.6. Les effets thérapeutiques de Nigelle

Au cours des 20 dernières années, plusieurs études ont porté sur Nigelle, en particulier, l'extrait de graines de cette espèce et les effets de ses principaux constituants, notamment la thym quinone, sur différents systèmes. In vivo et in vitro.

III.6.1. Effets anti-inflammatoire et analgésique

Ghannadiet *al.* (2005) ont montré que les polyphénols de Nigelle ont des propriétés anti-inflammatoires chez le rat et la souris dans le test d'oedème pulpaire , et ont montré une analgésie caractéristique dans les tests au formol et à l'acide acétique.

III.6.2. Activité antimicrobienne

Différents extraits de graines de Nigelle ont des effets inhibiteurs à large spectre sur de nombreuses souches bactériennes, même celles qui sont résistantes Gram-positives et Gram-négatives (Aljabre S *et al.*, 2005).

En plus de l'activité antibactérienne et antifongique, l'huile de Nigelle a des effets antiviraux contre les virus de l'herpès : cytomégalo virus murin (MCMV) (Salem, 2005),

III.6.3. Activité antidiabétique

De nombreuses études rapportant que l'administration intra péritonéale de l'huile essentielle des graines (50 mg/kg) réduisait significativement (15 % à 23 %) glycémie à jeun

chez les animaux normaux et hyper glycémiques. L'insulinémie n'a pas été affectée par le traitement. D'autres études ont montré que le traitement de rats diabétiques avec de l'extrait brut et de l'huile commerciale entraînait des réductions significatives de la glycémie, respectivement. Le mécanisme d'action impliqué n'est pas lié à l'inhibition de l'absorption intestinale du glucose ou à la stimulation de la sécrétion d'insuline, mais peut être dû à l'inhibition des enzymes de la gluconéogenèse hépatique. (**Houcher *et al.*, 2007**)

III.7. Utilisation culinaire

Les graines de nigelle sont une excellente source complémentaire de nutriments essentiels en raison de leur masse de vitamines B, de minéraux, de lipides et de protéines. Il est très intéressant de l'ajouter à la nourriture pour améliorer sa valeur nutritionnelle (**Orsi-Llinares ,2005**)

Chapitre IV
Le fromage fondu

IV.1. Fromage fondu

IV.1.1. Définition

C'est un produit obtenu en mélangeant des fromages de différentes origines et stades de maturation avec du sel fondu. Ce mélange est broyé et chauffé sous agitation constante jusqu'à obtention d'une masse homogène, qui est ensuite conditionnée dans un emballage protecteur. L'ajout d'autres ingrédients à base de produits laitiers et ingrédients aromatisants est autorisée (Eckert Gillis, 2006).

IV.1.2. Composition chimique

La spécialité fromagère regroupe toutes les caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers qui la composent. Il apporte à l'organisme la plupart des nutriments essentiels nécessaires à une bonne alimentation équilibrée, comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau06: Composition du fromage fondu (MEYER A., 1973).

Composant	Composition par 100g de fromage fondu	
	45% MG dans ES	60% MG dans ES
Eau	51.3%	50.6%
Matière grasse	23.6%	30.4%
Protéines	14.4%	13.2%
Sodium	1.26mg	1.01mg
Potassium	65.0mg	108mg
Calcium	547.0mg	355.0mg
Phosphore	944.0mg	795.0mg
Vitamine A	0.30mg	/
Vitamine D	3.13µg	/
Vitamine B1	34.0µg	40.0 µg
Vitamine B2	0.38 µg	0.35 µg
Vitamine B6	70.0 µg	80.0 µg
Biotine	3.60 µg	2.80 µg
Acide folique	3.46 µg	3.40 µg
Vitamine B12	0.25 µg	0.25 µg
Vitamine C	Trace	Trace
Valeur énergétique (Kj/Kcal)	1178/282	1490/339

IV.2. Fabrication des fromages fondus

Les étapes de la fabrication du fromage sont la sélection et la formulation des ingrédients, le traitement et le stockage. (Chambre et Daurelles, 1997)

IV.2.1. Sélection des matières premières

A. Matière première laitière

Pour obtenir un fromage fondu de qualité, il faut choisir des ingrédients de qualité : Poudre Lait, lactosérum, lactose, caséine, protéines de lactosérum, crème, beurre et matière grasse anhydre. (Tamime, 2011)

B. Ingrédients non laitiers

L'eau aide à dissoudre et à disperser les protéines et à émulsionner les graisses sans phosphates et citrates et additifs alimentaires tels que les arômes, les sels émulsifiants, les colorants, les agents de texture et les conservateurs. (Boutonnier, 2000 ; Commission du Codex Alimentarius, 2016).

IV.2.2. Épluchage, découpage et broyage du fromage

Couper le fromage (*CHIDAR*) en gros calibres pour faciliter le mélange avec les différents ingrédients. Cela en poussant les morceaux contre la grille pour obtenir un fromage fondu homogène. (Boutonnier, 2000)

IV.2.3. Mélange, brassage, cuisson et fonte

Mélanger tous les ingrédients avec le fromage broyé puis faire cuire. La cuisson du fromage est une opération importante dans la fabrication du fromage. Typiquement, le temps de fabrication varie entre 4 et 15 minutes à des températures comprises entre 70° et 95°. Le sel est ajouté à l'état sec ou en solution à ce stade. (Roustel et Boutonnier, 2015)

IV.2.4. Homogénéisation

L'homogénéisation augmente la stabilité des émulsions grasses en réduisant la taille des globules gras. Il améliore également la consistance, la structure, l'apparence et la saveur du fromage fondu. (Meyer, 1973)

IV.2.5. Conditionnement

La méthode la plus populaire d'emballage du fromage fondu est dans du papier d'aluminium glacé ou des bocaux en conserve ou en plastique. Enfin, l'assemblage du fromage se fait manuellement dans la boîte ronde Carton de 8 à 16 sections ou bandes triangulaires. (Boutonnier, 2000)

IV.2.6. Refroidissement

Le refroidissement se fait rapidement en chambre froide pour éviter d'éventuelles condensations d'eau à l'extérieur de l'emballage et des réactions de Maillard qui entraînent des risques de brunissement non enzymatique de la pâte. (Boutonnier, 2000)

IV.2.7. Stockage du produit fini

Le stockage du produit fini est fait dans des chambres à des températures de 4° (**Boutonnier, 2000**)

Parité expérimentale

Chapitre I
Matériel et Méthodes

Notre étude est divisée en deux parties principales ; la première partie consiste à préparer les grains de la matière végétale (sécha et broyage) et à extraire les composés phénoliques des trois graines : les graines de psyllium, les graines de nigelle et les graines de chia par l'éthanol à fin d'évaluer leur activité antioxydante. Cette partie est mise en œuvre au niveau du laboratoire pédagogique de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et de la Terre de l'Université de Bouira.

La deuxième partie est l'enrichissement du fromage avec la poudre de trois types de graines. Cette partie est mise en œuvre dans la fromagerie "SARL FADIPLAIT" (Hammadi - Algérie) durant la période d'avril à mai 2022, et son objectif est de préparer du fromage à base de graines broyées, en observant l'évolution des paramètres physico-chimiques et Sensoriels

I.1. Matériel végétal

Les graines de chia, psyllium et nigelle ont été collectées chez un herboriste le 16-02-2022 au niveau de la commune de *Birghbalou* dans la Wilayat de Bouira, qui ont été bien conservées à l'intérieur de grandes boîtes pour préserver leur qualité, après quoi elles sont nettoyées de toutes impuretés et corps extérieurs et conditionnées en milieu sec jusqu'au moment de son utilisation.

I.1.2. Préparation du matériel végétal

I.1.2.1. Broyage et Tamisages

Les graines ont été achetées nettoyées puis broyées avec un moulin à café. La poudre obtenue est ensuite tamisée (taille des particules inférieure à 0,5mm). Concernant les graines de psyllium, seul l'enveloppe a été broyé (graines très dures). Nous avons ensuite séparé l'enveloppe de la graine puis tamisé la poudre de l'enveloppe obtenue à fin d'obtenir des particules inférieure à 0,5mm



Figure 04 : Photographies des graines (Chia, psyllium, nigelle) et leur poudre (photo d'origine)

I.1.3 Analyse physicochimique des graines (Annexe 01 Figure 04)

I.1.3.1. Potentielle hydrique PH

Le pH des poudres est déterminé selon la méthode **Afnor (1986)**. Dans un bécher introduire 1g d'échantillon dans 10ml d'eau distillé (PH 7) qu'on mélange sous un agitateur magnétique, le mélange obtenu doit être laissé au repos pendant une heure, puis on immerge les électrodes réalisées au pH mètre. La lecture se fait directement sur l'écran de pH mètre.

I.1.3.2. Taux d'humidité (Matière sèche)

Pour déterminer de la teneur en eau des graines, 5g de matière végétale sont séchés à $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ dans une étuve. L'abaissement du poids est suivi jusqu'à sa stabilisation. La teneur en eau est calculée selon la formule suivante:

$$H (\%) = (p_{\text{initial}} - p_{\text{finale}} / p_{\text{final}}) * 100$$

H (%) : taux d'humidité

P initial : poids de l'échantillon avant mise à l'étuve en gramme.

P final : poids de l'échantillon après mise à l'étuve en gramme

I.1.4. Extraction et dosage des composés phénoliques

I.1.4.1. Extraction

L'extraction a été réalisée selon la technique rapportée par (**Oomah *et al.*, 2010**) avec quelques modifications :

2g d'échantillons sont extraits avec 60ml de solvant (éthanol 70%) en utilisant deux méthodes : macération et sonication à la température ambiante (température du laboratoire). L'extrait est filtré par un papier filtre puis conservé au frigo à température 4°C .



Figure 05 : Photographies des étapes d'extraction par la méthode de macération

I.1.4.2. Dosage des composés phénoliques

I.1.4.2.1. Phénols totaux solubles

La quantité de phénols totaux solubles a été déterminée par la méthode au Folin-Ciocalteu décrite par (**Singleton et Rossi .1965**) rapportée par (**Škerget *et al.*, 2005**).

Le réactif de Folin-Ciocalteu, mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) réduit en un mélange d'oxydes bleus en présence de polyphénols et molybdène (MO_8O_{23}) et tungstène (W_8O_{23}). La couleur bleue obtenue est proportionnelle à la teneur en composés phénoliques du milieu réactionnel (**Lapornik et al., 2005**).

Mélanger 500 μ l d'extrait avec 2.5 ml du réactif de Folin-Ciocalteu puis additionnés 2ml de carbonate de sodium (7,5%). Après 5 minutes d'incubation au bain marie à 50°C, l'absorbance a été mesurée à 760nm.

La teneur en composés phénoliques est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme de MS d'échantillon, par référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec de l'acide gallique utilisé comme standard

I.1.4.2.2. Dosage des flavonoïdes

La détermination des flavonoïdes dans l'extrait est réalisée selon la méthode colorimétrique décrite par **Lamaison et Carnat (1990)**. Cette méthode est basée sur la capacité des flavonoïdes à se complexer avec le chlorure d'aluminium. Il résulte de cette réaction une coloration jaunâtre avec un maximum d'absorption à 430nm.

1ml d'une solution méthanolique de chlorure d'aluminium hydraté ($AlCl_3 \cdot 6H_2O$ à 2%) sont additionnés à 1ml d'extrait brut. Les tubes sont vigoureusement secoués et laissés à l'obscurité pendant 15min à température ambiante. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à 430 nm.

La teneur en flavonoïdes a été déterminée par référence à une courbe d'étalonnage obtenu en utilisant la Quercétine comme standard (figure 2, annexe1).

Le résultat est exprimé en mg équivalent de Quercétine par gramme de matière sèche (mg EqQ/gMS).

I.1.4.2. 3. Activité antioxydant des extraits de chia, psyllium et nigelle

L'activité antioxydante est évaluée à l'aide de deux tests : Pouvoir réducteur ferrique et effet scavenger du radical DPPH.

I.1.4.2. 3.1. Pouvoir réducteur ferrique

Le pouvoir réducteur des extraits des graines est déterminé selon la méthode d'Oyaizu (1986). Elle repose sur la réduction du fer ferrique Fe^{3+} ($FeCl_3$) en fer ferreux Fe^{2+} ($FeCl_2$) en présence d'un agent chromogène, le ferricyanure de potassium $K_3[Fe(CN)_6]$

200 μ l d'extrait sont mélangés avec 500 μ l de tampon phosphate (0.2 M, pH6.6) et 500 μ l d'une solution aqueuse de ferricyanure de potassium ($[K_3Fe(CN)_6]$ à 1%). Après incubation de ce mélange (50°C pendant 20min), 500 μ l d'une solution aqueuse d'acide

trichloracétique (TCA à 10 %) sont ajoutés. Après centrifugation (à 4500 tpm pendant 10 min). 1 ml des surnageant est mélangé avec 1 ml de l'eau distillée et 200µl de chlorure ferrique FeCl_3 (0.1%,P/V). L'absorbance est lue à 700nm.

Le pouvoir réducteur du fer est exprimé en mg équivalent d'acide ascorbique par référence à une courbe d'étalonnage, (annexe 2).



Figure 06 : Photographies des étapes de préparation le dosage de pouvoir reducteur ferrique

I.1.4.2. 3.2. Activité anti-radicalaire du DPPH

L'activité anti-radicalaire du DPPH des extraits phénoliques est déterminée selon la méthode décrite par **Brand-Williams *et al.* (1995)**. Elle est basée sur la capacité des antioxydants à piéger le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazil (DPPH). Ce dernier est réduit à la forme d'hydrazine (non radical) en acceptant un atome d'hydrogène. Plus la perte de couleur est élevée plus le donneur d'hydrogène est considéré comme un antioxydant fort.

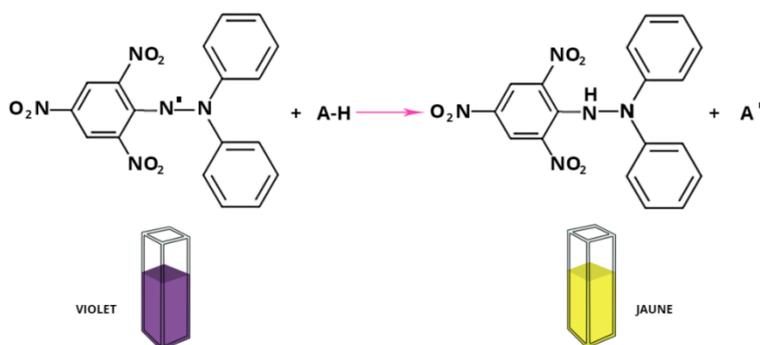


Figure 07 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire (DPPH•) et un antioxydant (AH).

Un volume de 50 µl d'extrait brut est ajouté à 1,950 ml de la solution méthanolique du DPPH (65µmol/l) fraîchement préparée. Après homogénéisation et incubation pdt 30 min (à l'abri de la lumière et à température ambiante), L'absorbance à 515 nm est mesurée.

La capacité antioxydante de nos extraits est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH• suivant l'équation:

$$\% \text{Inhibition} = [(A \text{ contrôle} - A \text{ extrait}) / A \text{ contrôle}] \times 100$$

- **A contrôle** : Absorbance du milieu réactionnel (solution méthanolique du DPPH sans L'échantillon)

- **A extrait** : Absorbance de l'extrait

I.2. Essais d'incorporation des trois graines broyées (psyllium, chia et nigelle) dans le fromage

L'incorporation des poudres préalablement pasteurisée 3 fois à 70°C est réalisée selon les proportions suivantes :

Le fromage enrichi avec l'enveloppe de psyllium : 1 g de poudre de graines dans 100 g de fromage fondu

Le fromage enrichi avec le chia : 1%

Le fromage enrichi avec nigelle : 1%

Le fromage enrichi avec un mélange de graines)

A 1%

.(Annex1 , Figure 1)

Dans un thermemix, on met une quantité d'eau et on laisse bouillir à 62 C° pendant 1-2 min (quantité d'eau est secrète) afin pour détruire les mo, après on nettoyée le thermemix avec détergent, puis on le met la poudre de lait (26 et 0 g matière grasse), protéine, Cheddar, sel de font, acide citrique, ixontén ,caraghenal et 1% de nous grain .

On règle la température à 70C°et lais mélanger, après la mélanger en laisse refroidir et le mettre dans nous boit stériles



Figure 08: l'incorporation des graines.

I.3. Analyses physico-chimiques du fromage enrichi

I.3.1. Détermination du pH

I.3.1.1. Le principe

Cette méthode décrit la mesure du pH et la détermination de différence de potentiel existant entre deux électrodes immergées dans l'échantillon analysé à l'aide d'un pH mètre.

I.3.1.2. Mode opératoire

La mesure du pH se fait directement en introduisant l'électrode de pH-mètre (HANNA IH8424 pH mètre) et la sonde de température dans l'échantillon à analyser (AFNOR, 1986).

I.3.1.3. La lecture

La valeur du pH est lue directement sur le pH-mètre électronique (HANNA). (AFANOR, 1986)(Annexe01, Figure 04)

I.3.2. Détermination de l'extrait sec total « EST »

I.3.2.1. Principe

Le principe de cette méthode repose sur la dessiccation par l'évaporation de l'eau à 85°C d'une quantité déterminée de l'échantillon à analyser. La matière sèche est exprimée en pourcentage de masse initiale.

I.3.2.2. Mode opératoire

A l'aide de dessiccateur, mettre une quantité comprise entre 1,2 - 2,5 g du fromage sur du papier aluminium préalablement pesé puis placée dans le détecteur d'humidité pendant le temps d'évaporation (AFNOR, 1986).

I.3.2.2.1. Lecture

La détermination de la matière sèche s'arrête automatiquement lorsqu'aucune perte de poids n'est détectée par l'appareil et lire directement sur l'affichage le poids en pourcentage massique correspondant à la matière de l'échantillon analysé. (AFANOR, 1986)

I.3.3. Détermination de la matière grasse (MG)

La détermination de la matière grasse est réalisée selon la norme ISO 3433. Elle est basée sur l'utilisation de butyromètres à fromage. Introduire 3 g du fromage à l'aide d'une

nacelle de pesée et d'un pinceau à poils dans le butyromètre van Gulik fermé à l'extrémité de l'échelle après l'adjonction de 15 ml d'acide sulfurique (densité : 1,522 +/- 0,005 g / ml). Fermer ensuite l'ouverture de remplissage. Les échantillons de fromage pâteux doivent ensuite être pesés dans le godet en verre percé du butyromètre de van Gulik et introduits dans le butyromètre. Le butyromètre fermé est placé avec l'échelle dirigée vers le haut dans un bain - marie à 70-80 ° C et agité à plusieurs reprises jusqu'à la dissolution complète du fromage. Ajouter ensuite par l'ouverture de l'échelle 1 ml d'alcool amylique et de l'acide sulfurique jusqu'à la marque des 15 % de l'échelle. Fermer, mélanger, tempérer au bain - marie à 65 ° C pendant 5 minutes, centrifuger pendant 5 minutes. Replacer au bain - marie à 65 ° C, régler la colonne des lipides au point zéro et lire le taux de lipides absolu à l'extrémité inférieure du ménisque.

Le taux de lipides est égale à la valeur lue $\times 3$ / pesée du fromage.(**Alfred Töpel,1992**)(voir l'annexe)

I.4. Les Analyses sensorielles

Dans le processus de contrôle qualité, l'analyse sensorielle est un allié irremplaçable pour le suivi des propriétés sensorielles à toutes les étapes de la production. Il détecte les défauts ou les écarts dans les « produits finis », les « produits semi-finis » ou les matières premières. Pour garantir la sécurité et la qualité des aliments, des tests sensoriels sont obligatoires en plus des tests chimiques.

L'analyse sensorielle détermine l'appréciation ou le rejet des produits élaborés par des jurys de dégustation expérimentés. Les propriétés organoleptiques évaluées étaient l'aspect, la texture, l'odeur, la couleur et l'aspect du fromage.(**Bauer et al., 2010**)

Chapitre II
Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

II.1. Analyse physico-chimique des poudres de graines

II.1.1. Potentielle hydrique PH

Les résultats du potentielle hydrique des graines sont résumés dans ce tableau

Tableau 07 : Résultats de PH des graines

<i>Echantillons</i>	<i>Ph</i>
<i>Graines de Psyllium</i>	<i>7,11</i>
<i>Enveloppe de Psyllium</i>	<i>6,44</i>
<i>Chia</i>	<i>6,73</i>
<i>Nigelle</i>	<i>5,84</i>

Selon le tableau obtenu on remarque une différence de PH d'une graine à l'autre. La graine la plus acide c'est la Nigelle avec 5,84. Les graines de psyllium possèdent un pH neutre. Donc le grain de Nigelle plus acide que les autres (7,11).

II.1.2. Taux d'humidité (MS)

Les résultats du taux d'humidité des graines sont résumés dans ce tableau

Tableau 08 : Résultats de MS des graines

<i>Echantillons</i>	<i>Taux de matière sèche (%)</i>
<i>Graines de Psyllium</i>	<i>93,40</i>
<i>Enveloppe de Psyllium</i>	<i>91,21</i>
<i>Chia</i>	<i>97,54</i>
<i>Nigelle</i>	<i>93,40</i>

Les résultats présentés dans le tableau montrent une valeur d'humidité inférieure à 10%.

II.2. Teneur en polyphénols totaux :

Les résultats du dosage des polyphénols totaux des extraits sont illustrés dans la figure. Ces résultats indiquent des variations des teneurs en polyphénols totaux solubles (PTS) dans les extraits.

La méthode de sonication s'avère la plus efficace pour l'extraction des composés phénoliques pour toutes les graines, les valeurs varient entre 49,75 et 50,63 mg EQ AG / g de MS contre 27,92 et 43,91 mg EQ AG / g pour la macération, à l'exception de l'enveloppe de

psyllium ou la macération s'avère la meilleure. Donc, il est important de souligner que l'utilisation de la méthode de sonication a grandement amélioré l'extraction des polyphénols

En utilisant la méthode à ultrason comme méthode d'extraction, aucune différence n'a été détectée entre les teneurs en PTS des trois graines, les valeurs varient entre 49,75 et 50,63 mg EQ AG / g de MS.

Les graines de chia enregistrent la teneur la plus élevée en PTS en utilisant la macération comme méthode d'extraction (43,91 mg EQ AG / g de MS).

Quelque soit la méthode d'extraction, l'enveloppe de psyllium enregistre la valeur la plus faible en PTS.

La grande différence dans les valeurs de teneur phénolique obtenue pour les deux fractions (graines et enveloppe) de psyllium peut être attribuée principalement au fait que la quantité de polyphénol n'est pas identique dans les différentes parties de psyllium.

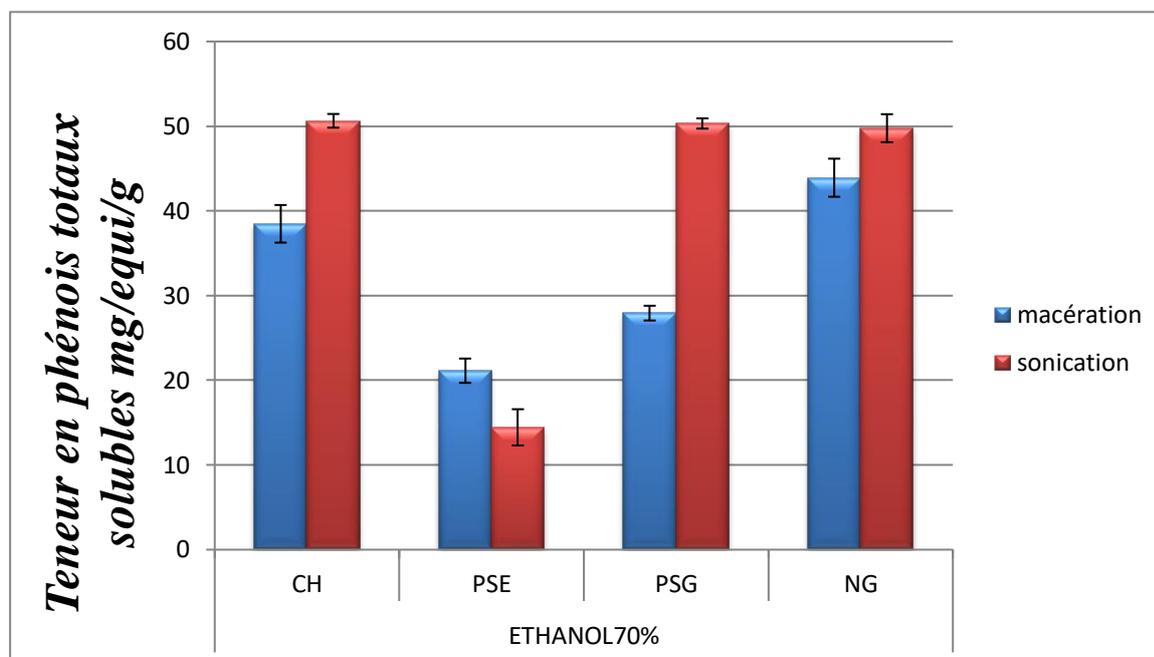


Figure 09 : Histogramme exprimé la teneur en poly phénol totaux soluble

Comparativement avec l'étude de **Quiro- Reyes et al. (2013)** sur graines de cacao et leurs enveloppes nous observant que :

Les valeurs enregistrés par l'enveloppe psyllium (14,44- 21,13 mg EQ AG / g de MS) sont comparables à celles trouvés l'auteur (17,85-25.34mg EQ AG / g de MS).

Les teneurs de graines de cacao en PTS (91,06-135,92±3,77 mg EQ AG / g de MSg) sont supérieurs à celles enregistrés dans nos échantillons.

Ces teneurs peuvent varier selon un certain nombre de facteurs. Les facteurs contribuant à la variabilité dans la teneur en PTS pourraient être liée au cultivar, au stade de maturation, des conditions climatiques et de la période de récolte. (**Paré, 1991**)

II.2.1. Les flavonoïdes

La méthode de sonication s'avère la plus efficace pour l'extraction des composés phénoliques pour les échantillons de psyllium (enveloppe et graines) les valeurs sont respectivement (15, 99 Et 52,63 mg EQ/g MS) contre (5,33.et11, 58mg EQ/g MS) pour la macération ; contrairement au graines de nigelle ou la macération donne des meilleurs teneurs que la sonication, les valeurs enregistrées sont 121,95 contre 48,02 mg EQ/g MS respectivement.

Les graines de chia enregistrent des résultats inférieurs et similaires pour les deux méthodes d'extraction 6,11 (macération) et 6,69 mg (sonication) EQ/g MS.

Ces variations pourraient être dues à la méthode d'extractions, à la graine elle-même, et/ou à la partie végétale utilisés

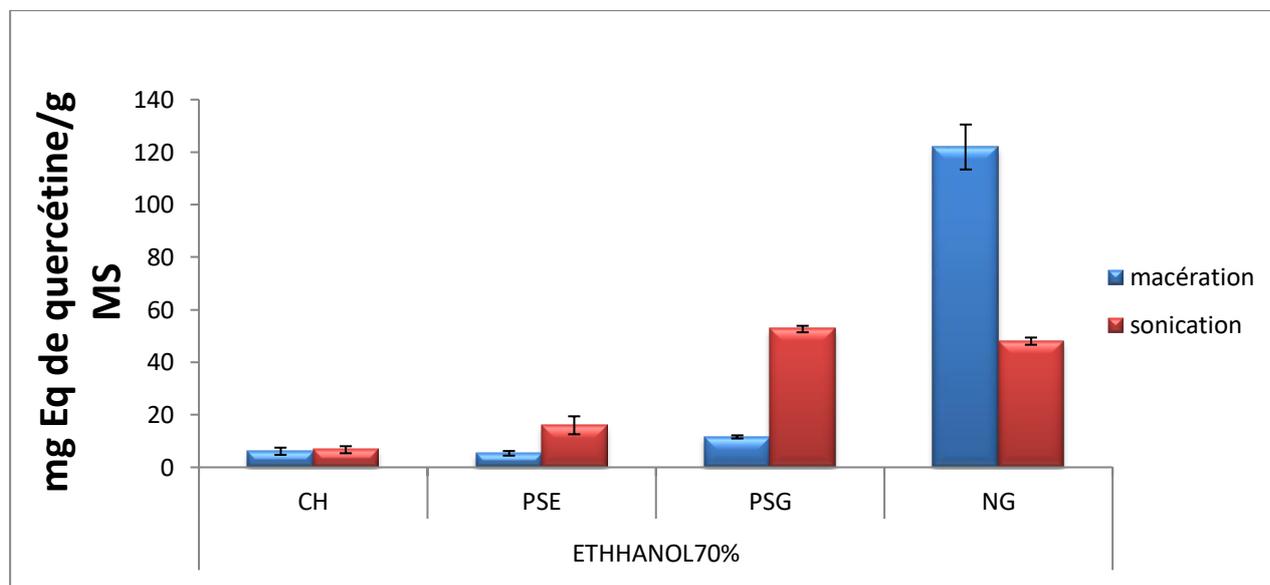


Figure10 : Histogramme exprimés la teneur en flavonoïdes

II.2.2. Pouvoir réducteur de fer

Les résultats du dosage des pouvoirréduteur des extraits sont illustrés dans la figure 14 Ces résultats indiquent des différences au niveau des teneurs.

Nous avons enregistré des valeurs du pouvoir réducteur ferrique plus élevées par la méthode de sonication pour les deux plantes psyllium ($34,762 \pm 1,37$ mg EAA/g de MS) et chia ($60,048 \pm 3,34$ mg EAA/g de MS), cependant les graines de nigelle montrent une meilleure teneur par macération ($75,023 \pm 4,60$ EAA/g de MS).

L'enveloppe de psyllium enregistre les valeurs les plus faible par la macération et sonication , les valeurs varient entre ($5,222 \pm 0,064$ mg EAA/g de MS), et ($16,026 \pm 0,20$ mg EAA/g de MS), respectivement. Tandis que les graines de nigelle enregistrent la meilleure valeur par la macération ($75,023 \pm 4,60$ EAA/g de MS).

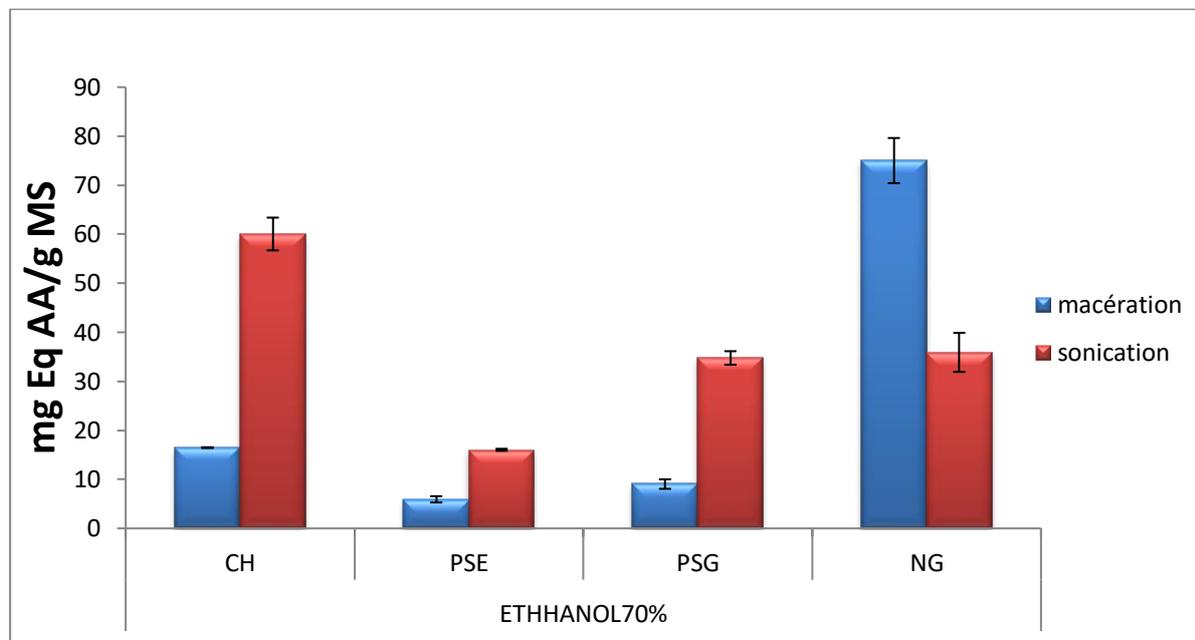


Figure11 : Histogramme de pouvoir réducteur en FRAP

Comparativement avec l'étude de **Quiro- Reyes *et al* (2013)** sur grain du cacao et son enveloppe en remarque que nos valeurs sont supérieures.

II.2.3. Activité anti radicaire DPPH

Les résultats obtenus pour le test d'inhibition du radical DPPH sont présentés dans la figure15

Nous remarquons que la valeur la plus élevée est observée dans l'extrait des graines de Nigelle obtenue avec la macération comme méthode ($70,85 \pm 0,70$ %) d'inhibition du radical DPPH tandis que la plus faible est observée dans l'extrait des enveloppes des graines de Psyllium obtenu avec la sonication comme méthodes ($20,04 \pm 2,42$ mg/equi /g).

La méthode de macération montre des valeurs plus élevées que celles de macération ; Les graines de nigelle présentent une activité anti radicaire élevée $70,85 \pm 4,60$ % par rapportaux autre graines, suivi des graines de chia avec $52,54 \pm 1,83$ %, et par l'enveloppe de psyllium avec $46,48 \pm 0,56$ %, et enfin les graines de psyllium avec $46,06 \pm 1,54$ %.

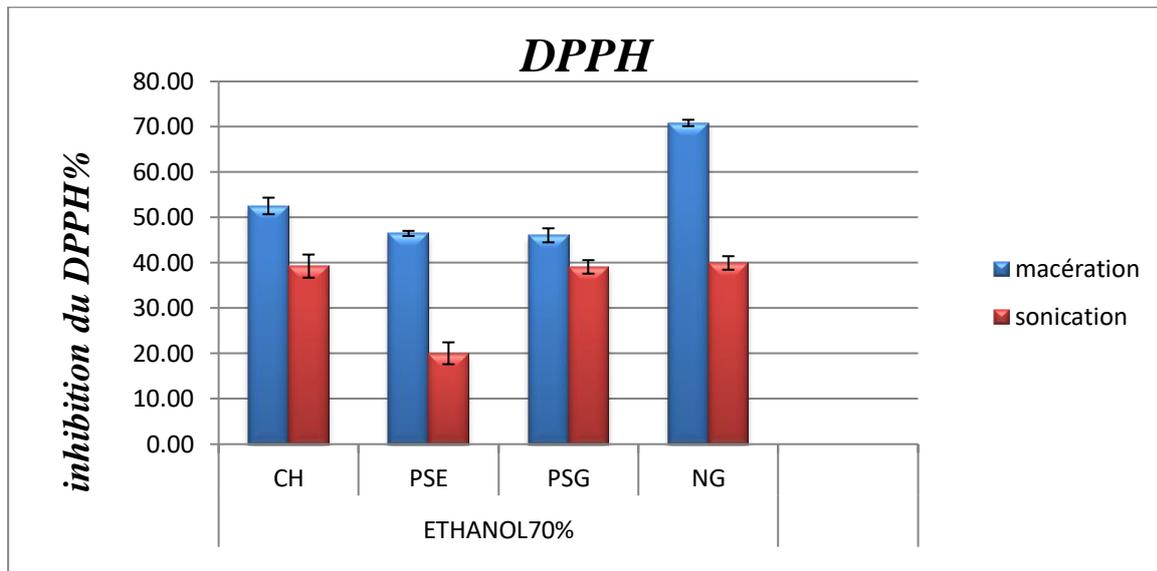


Figure12 : Histogramme de l'activité anti radicalaire du DPPH

:

Dans ces études la méthode de macération plus efficace que la sonication, ses résultats sont comparables à ceux obtenues par Quiro- Reyes et al.(2013) sur les graines de cacao

II.3. Les analyses physicochimiques de produit fini

II.3.1. Potentiellehydrique PH

Les résultats de l'analyse du pH des six produits finaux sont présentés dans le diagramme Suivant :

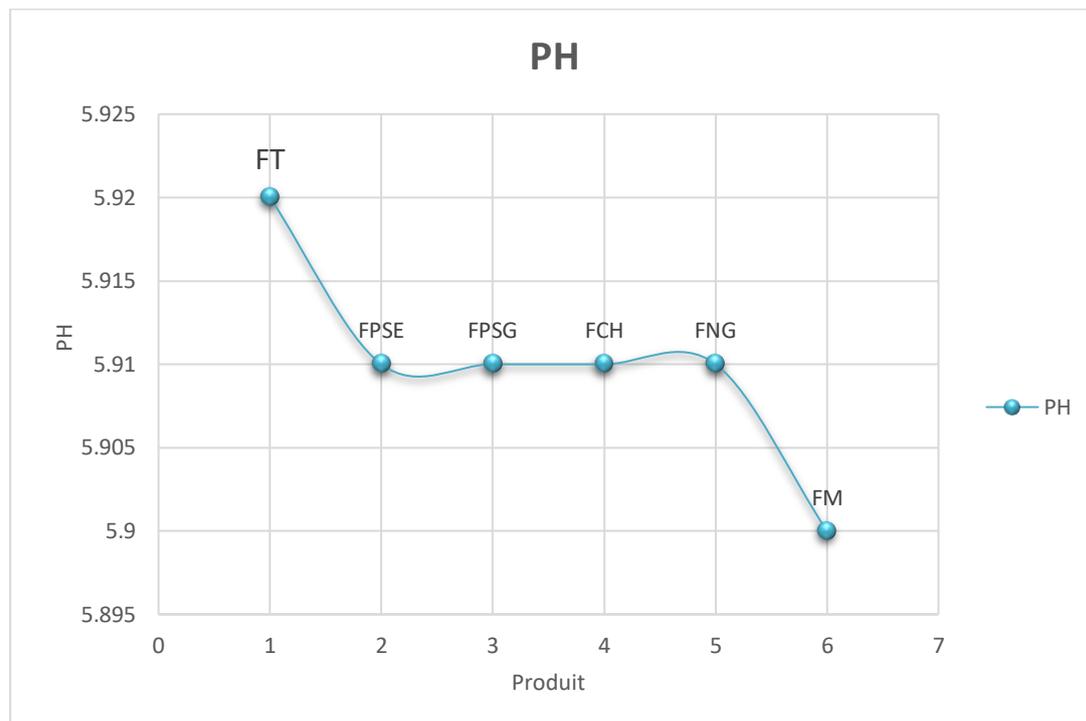


Figure 13 : Diagramme de variation de ph.

Avec :FT : Produit témoin, FPSE : fromage aux enveloppes de graines de psyllium, PSG : fromage aux graines de psyllium, FCH : Fromage aux graines de chia, FNG : Fromage aux graines de nigelle, FM : Fromage du mélange des graines.

La mesure du PH aide à surveiller la production d'acide lactique et facilite le contrôle de la qualité des ingrédients du fromage. Pendant la fermentation, le lactose (lactose) est converti en acide lactique, ce qui réduit le PH à environ 4,5. Le contrôle physico-chimique du PH est important, car le PH acide empêche la croissance microbienne dans des produits finis.

Selon le graphique obtenu, on remarque que la valeur du Ph diminue légèrement avec l'ajout des graines séparément l'une de l'autre : Psyllium, graines de chia et graine de nigelle. Les valeurs de Ph obtenues varient entre 5,92 pour le témoin et 5,91 pour le fromage contenant un type de graines. Le fromage mélange affiche la valeur la plus faible du pH 5,89. La diminution de PH peut s'expliquer par l'augmentation de la production d'acide lactique par les bactéries lactiques présentes dans le fromage. Ce qui est favorisé par l'acidification du milieu. Les graines, le psyllium et le Nigelle jouent un rôle primordial car elles sont très riches en fibres donc elles peuvent agir comme prébiotiques et aident à accélérer le processus de fermentation.

II.3.2. Matière grasse

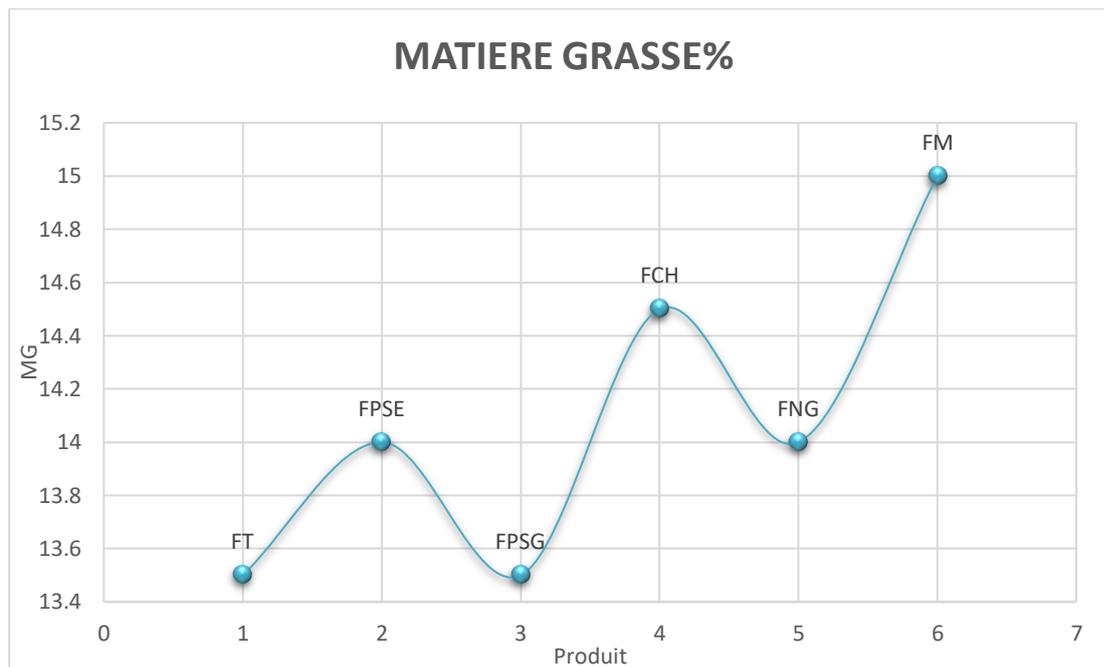


Figure14: Diagramme de variation de la matière grasse.

D'après les résultats les valeurs de la matière grasse varient légèrement entre 13,5 % pour le produit témoin et 15 % pour le produit mélange.

En générale l'enrichissement avec les graines augmente le pourcentage de matière grasse dans le produit cela peut être expliqué par la richesse des graines en cette dernière. Le produit mélange enregistre la plus grande valeur en matière grasse (15%).

II.3.3. Extrait sec

Les valeurs de l'extrait sec sont illustrées dans la figure suivante ;

Nous notons une augmentation de l'extrait sec du fromage par l'ajout des poudres de graines et enveloppe.

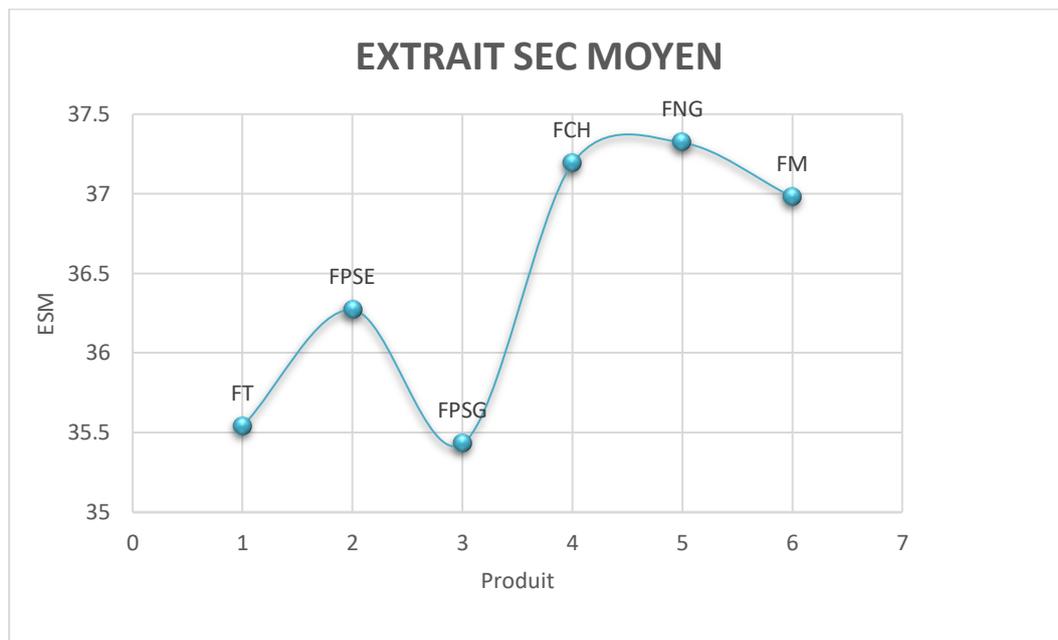


Figure 15 : Diagramme de la variation de l'extrait sec du six fromages.

Les résultats obtenus en matière grasse, extrait sec et pH montrent une conformité aux normes de l'entreprise, grâce à la maîtrise du processus de fabrication et à bon suivi pendant toutes les étapes de production. Les résultats montrent des différences entre les différents produits pour les trois paramètres étudiés. Bien que ces valeurs soient alignées sur les normes internes de l'entreprise.

II.4. Analyses sensorielles

II.4.1. La texture

La texture du produit final est déterminée par le contact des récepteurs du Corps avec le produit en fonction de signaux chimiques et mécanique. Et ces récepteurs, nous permettent de percevoir les caractéristiques de texture. de pression et de vibration, Comme le collant, la fragilité, ou des sensations, comme Les épices et la brûlure.

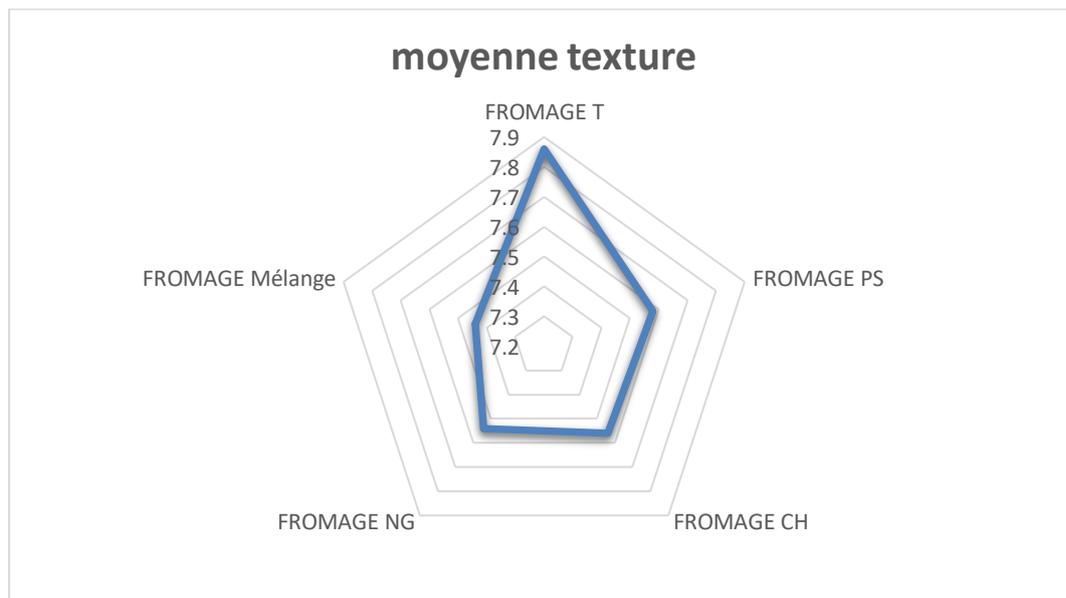


Figure 16 : Diagramme comparative sur le test de texture.

D'après la figure, les dégustateurs sont convaincus que la texture du fromage témoin et du fromage riche en graines de psyllium ont une texture acceptable et onctueuse proche de la note pleine par rapport au reste des autres produits, dont les résultats étaient bons, avec une note de 7/10 ou plus

II.4.2. La couleur

L'apparence d'un aliment est estimée par la vue. Que ce soit dans sa forme, sa couleur ou son état. La vue constitue une grande partie de nos perceptions sensorielles de ce que nous voyons en transmettant des signaux au cerveau, qui forment dans notre imagination de nombreuses suggestions.

D'après la figure ci-dessous, tous les produits finaux sont acceptables. Le fromage enrichi avec l'enveloppe du psyllium enregistre une meilleure note estimée à 8,2 sur 10, soit la plus élevée.

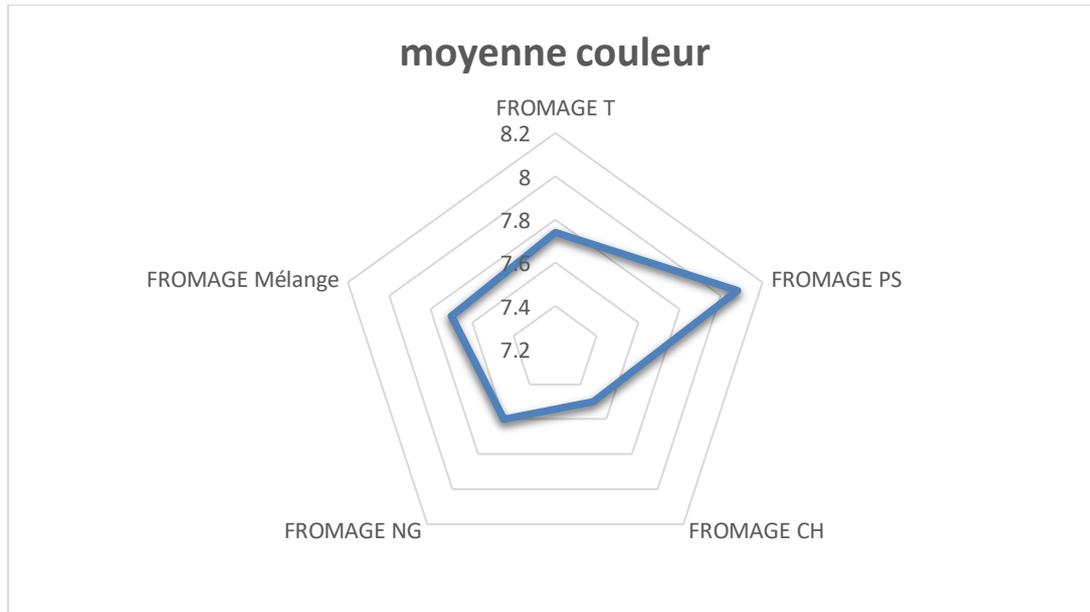


Figure 17 : Diagramme comparative sur le test de couleur.

II.4.3. La surface

La Surface extérieure du produit se distingue par le sens de la vision à l’œil nu, qui donne des indications sur la qualité du produit et elle doit être lisse, granuleuse, brillante ou mate.

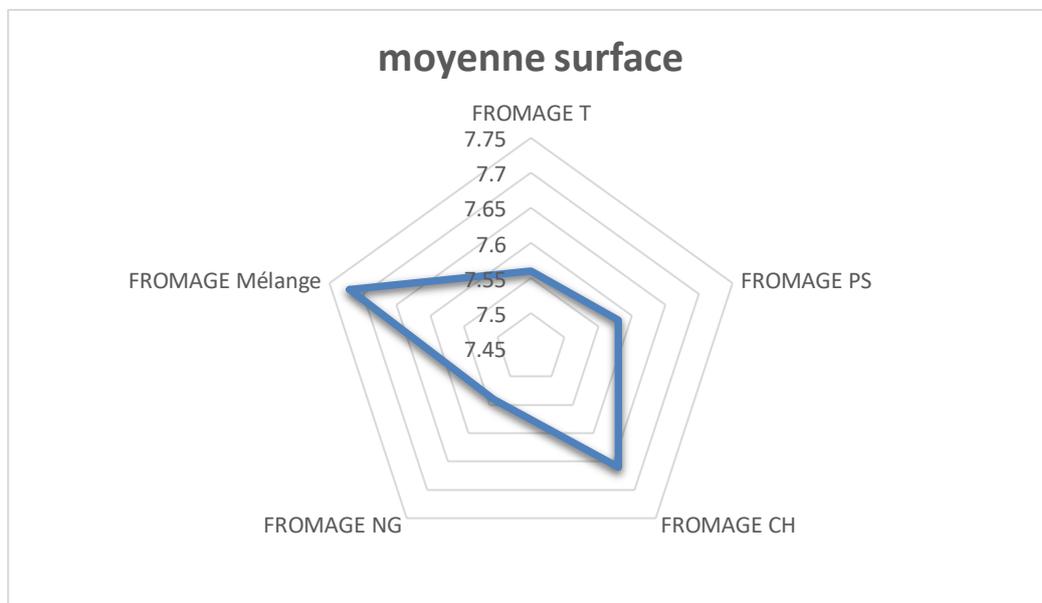


Figure 18 : Diagramme comparative sur le test de surface.

À travers les résultats obtenus, nous observons que tous les produits finaux ont une bonne surface > 7, alors qu’il s’avère que les fromages riches en graines de chia et les

fromages riches ont toutes graines utilisées (psyllium, chia et nigelle) sont les produits les plus acceptés.

II.4.4.L`odeur

L`odeur du produit peut être identifiée à travers l`organe olfactif par le nez, ce qui permet de la distinguer avec précision.

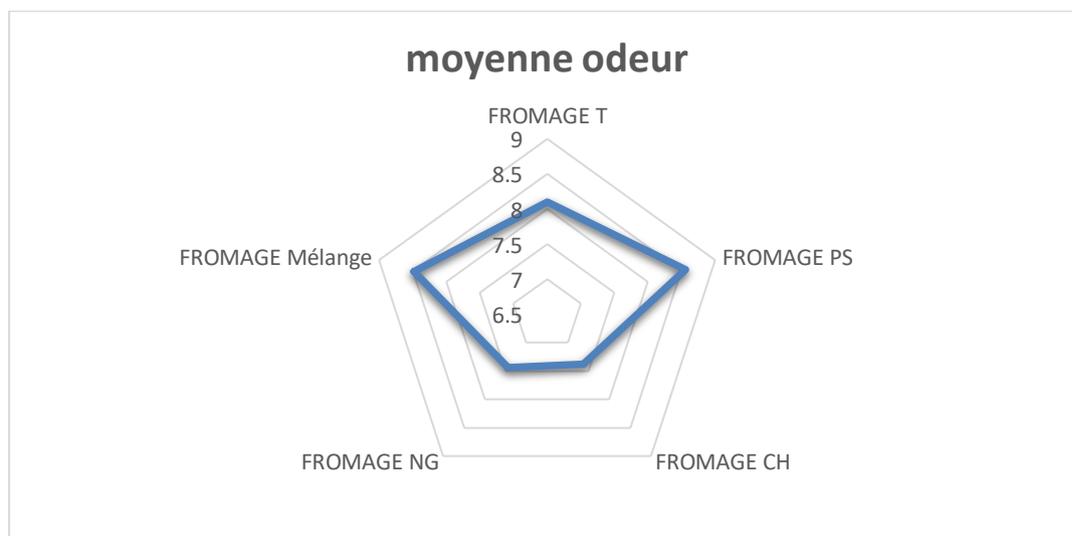


Figure 19: Diagramme comparative sur le test d'odeur.

Les fromages riches en psyllium et les fromages contenant toutes les graines utilisées (mélange) ont eu la note la plus élevée des dégustateurs par rapport aux autres fromages : Les fromages riches en graines de chia, fromage riche en graines de nigelle et fromage témoins ont obtenu des résultats acceptables.

II.4.5. La saveur

Nous avons constaté à partir du tableau suivant que les dégustateurs ont donné une meilleure note sur la saveur pour le fromage riche en graines de psyllium, le fromage mélange et le fromage témoin, tandis que le reste des produits était bien acceptés.

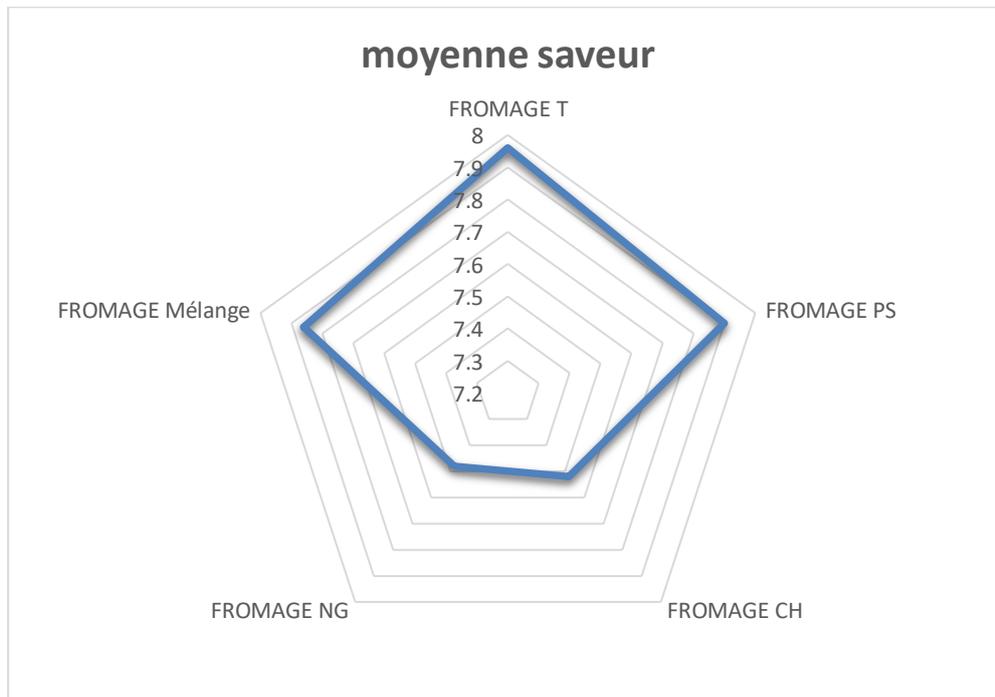


Figure 20: Diagramme comparative sur le test de la saveur.

II.4.6. L'arome

Grâce aux données obtenues, nous pouvons conclure que tout les fromages finaux ont le même niveau d'arôme, avec d'excellentes note allant de 8/ 10 à 10/ 10.

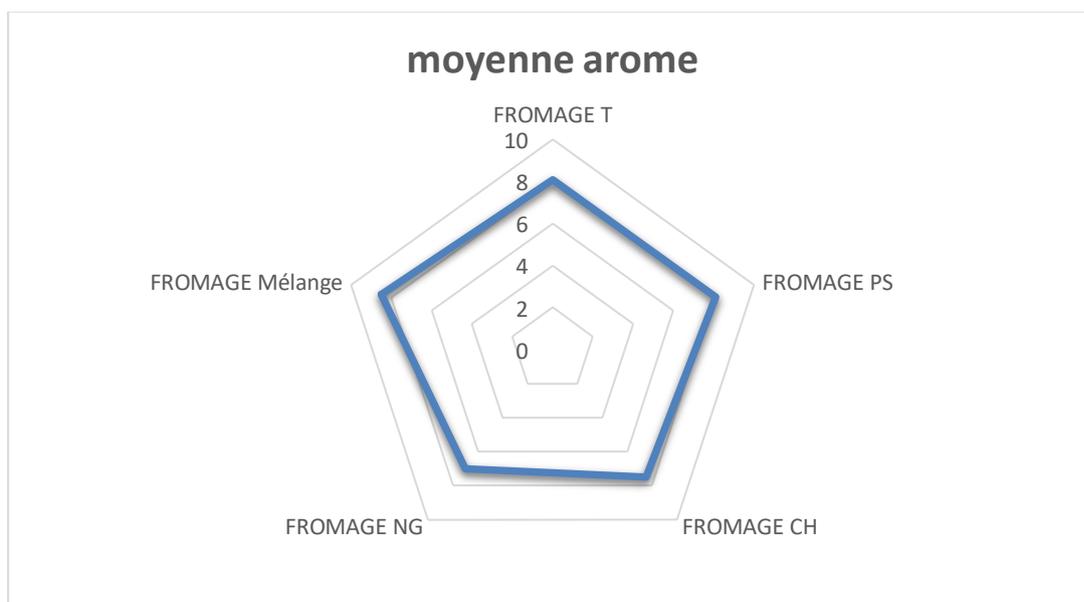


Figure 21: Diagramme comparative sur le test d'arôme.

Conclusion générale

Conclusion

La santé d'une personne dépend des habitudes alimentaires qu'une personne adopte dans sa vie quotidienne, et pour une bonne santé, ces habitudes doivent être améliorées. Dans notre travail, nous avons essayé d'enrichir le fromage fondu avec trois types de graines, Les plus riches ont fibres alimentaires, vitamines et antioxydants, ainsi qu'en protéines, et minéraux tels que le manganèse, le potassium, le calcium, le phosphore et le sodium. L'étude expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire FADIPLAIT en prenant en compte toutes les étapes de fabrication d'analyse et en prenant en compte toutes les modalités de sécurité du produit.

L'objectif de notre travail étudie l'effet de l'incorporation de poudre de graines de psyllium, de nigelle et de Chia dans le fromage fondu sur la qualité sensorielle et physique du fromage ainsi que l'effet du produit sur la santé de l'organisme du consommateur. Cinq Type de fromage ont été fabriqués ; à chaque fois un type de graines a été ajouté avec les mêmes concentrations, aussi un fromage mélange qui contient un mélange des trois échantillons a été produit.

Les paramètres physico-chimiques ainsi que l'analyse sensorielle a été évaluée

Cette étude a montré que la combinaison de poudre des trois graines avait un effet significatif sur les variables physicochimiques et sensorielles étudiées (PH, Extrait sec et teneur en matière grasse) du fromage par rapport au fromage témoin.

Cependant, Cet effet n'est pas indésirable tant que le produit fabriqué reste dans les normes fixées par l'entreprise.

De plus, la combinaison de ces trois graines ensemble dans le fromage améliore les propriétés organoleptiques du produit fini.

Ce travail fournit de bons et intéressants résultats préliminaires pour la fabrication de nouveaux fromages fondus à base de graines de psyllium, de chia et de nigelle. Enfin. On peut dire que ce travail peut être suivi par d'autres études plus approfondies qui le complètent.

*References
bibliographiques*

References bibliographiques

A

- 1- Abdelhalim, Abeer, et Jane Hanrahan. (2021). Biologically Active Compounds from Lamiaceae Family: Central Nervous System Effects. In *Studies in Natural Products Chemistry*, 68, 255-315. Elsevier.
- 2- AFANOR. (1986). Association française de normalisation recueil des normes français, contrôle de la qualité des produits laitiers. 3^{ème} édition. 647-651 PP.
- 3- AGGARWAL B.B., KUNNUMAKKARA A.B. *Molecular Targets and Therapeutic Uses of Spices, Modern Uses for Ancient Medicine*. Singapore: World Scientific Publishing; 2009.
- 4- Al-Assaf, S., G. O. Phillips, P. A. Williams, S. Takigami, P. Dettmar, and M. Havler. 2003. Molecular weight, tertiary structure, water binding and colon behaviour of ispaghula husk fibre. *Proc. Nutr. Soc.* 62:211-216.
- 5- Alfred Töpel chimiste diplômé. La détermination butirométrique des lipides d'après la méthode gerber. p22, 1992)
- 6- Aljabre, S.H.M., Randhawa, M.A., Akhtar, N., Alakloby, O.M., Alqurashi, A.M., Aldossary, A. (2005) Antidermatophyte activity of ether extract of *Nigella sativa* and its active principle, thymoquinone. *Journal of Ethno pharmacology*. 101: 116-119.
- 7- AL-SALEH I., BILLEDO G., EL-DOUSH I. Levels of selenium, DL- α -tocopherol, DL- γ tocopherol, all-trans-retinol, thymoquinone and thymol in different brands of *Nigella sativa* seeds. *J Food Comp Analysis*. 2006; 19: 167-175.
- 8- *Alternative Medicine Review* (2002) volume 7, Number 2. [fulltext/7/2/155.pdf](#) (cited on 20 April 2014)
- 9- Anderson JW, Allgood LD, Turner J et al (1999) Effects of psyllium on glucose and serum lipid responses in men with type 2 diabetes and hypercholesterolemia. *Am J Clin Nutr* 70:466-473
- 10- Anon. *The Wealth of India - Raw Materials Vol. VIII*, Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi, India, 1989; 146-154.
- 11- Anonyme 4. Ministère. Com. 2015: Ministère Du Commerce Algérien 2015: Rapport relatif aux intoxications alimentaires enregistrées durant l'année 2015, DGROA /DQC/SDNPA. Février 2015
- 12- Antuono F., Hamaza K. Composition of *Nigella sativa* and *Nigella damascene* from Egypt. *Planta medica*. 2002; 27: 142 -149.

- 13- Applequist, Wendy L., « Proposal to reject the names *Plantago psyllium* and *Plantago cynops* (Plantaginaceae) », *Taxon*, vol. 55, n° 1, 2006, p. 235-236
- 14- Ayerza, R., & Coates, W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Journal of Industrial Crops and Products* 34, 1366–1371.
- 15- Ayerza, R. J., & Coates, W. (2007). Seed yield, oil content and fatty acid composition of three botanical sources of ω -3 fatty acid planted in the Yungas ecosystem of tropical Argentina. *Tropical Science*, 47(4),183–187.

B

- 1- Badary O. A., Taha R. A., Gamal El-Din A. M., Abdel-Wahab M. H. Thymoquinone is a potent superoxide anion scavenger. *Drug and chemical toxicology*. 2003; 26: 87-98
- 2- Bahorum T. 1997. Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne. Une source d’approvisionnement potentielle Food and Agricultural Research Council Mauritias. P 83-94.
- 3- Blumenthal, M. A. Goldberg, J. Brinkman. 2000. *Herbal Medicine: Expanded*

Commission E Monographs. Integrative Medicine Communications. Newton, MA.

5-BOUTONNIER J.L. (2000). Fabrication de fromage fondu, éd. des Technique de l’ingénieur. p14.

6-Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.

Brennan C. S., Kuri V. & Tudorica C. M., 2003. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. *Food Chemistry*, 86(2), 189-193

. Chillo S., Laverse J., Falcone P.M., Protopapa A. & Del Nobile M.A., 2008b. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of science*, 47 (2), 144-152.

C

- 1- Caleja, Barros, (2015) et al, Development of a functional dairy food: Exploring bioactive and preservation effects of chamomile (*Matricaria recutita* L.) ; *Journal of Functional Foods* ;16 .
- 2- Capitani, M.I., V. Spotorno, S.M. Nolasco, et M.C. Tomás. (2012). Physicochemical and Functional Characterization of By-Products from Chia (*Salvia Hispanica* L.) Seeds of Argentina. *LWT – Food Science and Technology*, 45(1), 94-102

- 3- Brennan C. S., Kuri V. & Tudorica C. M., 2003. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. *Food Chemistry*, 86(2), 189-193
- 4-). Chillo S., Laverse J., Falcone P.M., Protopapa A. & Del Nobile M.A., 2008b. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of science*, 47 (2), 144-152..
- 5- CHAMBRE M., DAURELLES J. (1997). Le fromage fondu. In: ECK A. et GILLIS. *Le fromage*. Ed. Lavoisier, p. 691-708.
- 6- CHAMSEDDINE A., 2003 : « La Curation Par La Graine Noire d'après la sunna prophétique et la médecine antique et moderne ». beirut- lebanon. 237p.
- 7- chow, P.A.K.S, Landhäusser, s.m: A method for routine measurements of total sugar and starch content in woody plant tissues. *tree physiol.* 24, 1129-1136 (2004).
- 8- Commission du codex alimentarius. (2016). *Projet d normes générale*. Rome.

D

- 1- De Falco, B., Amato, M., & Lanzotti, V. (2017). Chia seeds products: An overview. *Phytochemistry Reviews*, 16(4), 745–760.
- 2- Djeridane A., Yousfi M., Nedjemi B., Boutassouna D., Stocker P., et Vidal N. 2006 .Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *J. Food Chem.* 97 : 654-660.
- 3- Di Sapia B. O., Busilacchi M. H., Quiroga M., Severin C. (2012). Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semilla de *Salvia hispanica* L. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 11(3), 249-268
- 4- Eastwood M, Kritchevsky D (2005) Dietary fiber: how did we get where we are? *Annu Rev Nutr* 25:1–8

E

- 1- ECK .A, GILLIS J.C. (1997). *Le fromage*. 3ème édition. Lavoisier. Tec et Doc. 891p..
- 2- El-Mahmoudy, A., Matsuyama, H., Borgan, M.A., Shimizu, Y., El-Sayed, M.G., Minamoto, N. (2002) Thymoquinone suppresses expression of inducible nitric oxide synthase in rat macrophages. *International immune-pharmacology*. 2: 1603-1611.

F

- 1- Falco, B. d., Amato, M., & Lanzotti, V. (2017). Chia seeds products: An overview. *Phytochemistry Reviews*, 16, 745–760

3- Fernandez, I., Vidueiros, S. M., Ayerza, R., Coates, W., & Pallaro, A. (2008). Impact of chia (*Salvia hispanica* L.) on the immune system: Preliminary study. *Proceedings of the Nutrition Society*, 67.

G

1- Galvez M, Martin CC, Lopez LM, Cortes F, Ayuso MJ (2003) Cytotoxic effect of *Plantago* spp. On cancer cell lines. *J Ethnopharma* 88:125–130

2- Ghannadi, A., Hajhashemi, V., Jafarabadi (2005) An investigation of the analgesic and anti-inflammatory

Ghedira K. La nigelle cultivée : *Nigella sativa* L (Ranunculaceae). *Phytothérapie*. 2006; 4: 1-7.

3- Grancieri, Mariana, Hercia Stampini Duarte Martino, et Elvira Gonzalez de Mejia. (2019). Chia Seed (*Salvia Hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits: A Review: Bioactive Peptides in Chia Seed. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18 (2), 480-499..

4- GUIGNARD J.L. Botanique systématique moléculaire. Paris: 12ème édition Masson; 2001.

5- Gupta AK (2005) Handbook on herbs: cultivation & processing. Asia Pacific Business Press Inc, Delhi, pp 329–330

H

1- Hernández, MUCILAGE FROM CHIA SEEDS (*Salvia hispanica*): MICROSTRUCTURE, PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND APPLICATIONS IN FOOD INDUSTRY, 2012.

2- Houcher, Z., Boudiaf, K., benboubetra, M., Houcher, B. (2007) Effects of methanolic extract and commercial oil of *Nigella sativa* L. on blood glucose and antioxidant capacity in alloxan-induced diabetic rats. *Pteridines*. 18: 8-18. 220-226.

J

1- Jenkins, A. L., Brissette, C., Jovanovski, E., Au-Yeung, F., Ho, H. V. T., Zurbau, A., Sievenpiper, J., & Vuksan, V. (2016). Effect of salba-chia (*salvia hispanica* l), an ancient seed, in the treatment of overweight and obese patients with type 2 diabetes: A double-blind, parallel, randomized controlled trial. *The FASEB Journal*, 30(1), 126.

K

1- Khinchi MP, Gupta MK, Bhandari A, Agarwal D and Sharma N. Studies on the disintegrant properties of seed powder, husk powder and mucilage of *Plantago ovata*

byformulation of orallydisintegratingtablet. International Journal of PharmaceuticalSciences and Research, 2011; 2(1): 145-152

2- Kumar A, Kumar N, Vij JC, Sarin SK, Anand BS (1987) Optimal dosage of ispaghula husk in patients with irritable bowel syndrome: correlation of symptom relief with whole gut transit time and stool weight. Gut 28:150–155

L

1. Lamaison, J. L., & Carnet, A. (1990). Teneurs en principaux flavonoides des fleurs et desfeuilles de *Crataegus monogyna* Jacq. et de *Crataegus laevigata* (Poiret) DC.(Rosaceae). Pharmaceutica Acta Helvetica, 65, 315–320.

2. Lapornik, B., Prošek, M., & Golc Wondra, A. (2005). Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. Journal of Food Engineering, 71(2), 214–222.

3. Liangli Yu, Zhuohong Xie and Wei Liu (2012) Nutraceutical and health properties of psyllium. In: Liangli LYu, Rong Tsao, Fereidoon Shahidi (eds) Cereals and pulses: nutraceutical properties and health benefits. Wiley. doi:10.1002/9781118229415.ch11) (cited on 18 May 2014)

4. López, Andrés Xingú, Andrés González Huerta, et Orozco de Rosas. (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.) situación actual y tendencias futuras* Chia (*Salvia hispanica* L.) current situation and future trends , 14.

5. LUQUET F.M. (1990) : lait et produits laitiers, vaches, brebis et chèvre. Edition Techniques et Documentation -Lavoisier, paris, 637p.

M

1- Marineli, R., Lenquiste, S. A., Moraes, E. A., & Marostica, M. R., Jr. (2015). Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats. Food Research International, 76,666–674.

2- Majmudar H, Mourya V, Devdhe S, Chandak R (2008) Pharmaceutical applications of ispaghula husk: mucilage. Int J Pharm Sci Rev Res 18(1):49–55

3- Marteau P et al (1994) Digestibility and bulking effect of ispaghula husks in healthy humans. Gut 35:1747–1752

4- messaad moudache et al. olive cake and leaf extracts as valuables sources of antioxidant and antimicrobial compounds: a comparative study. p3 : (2020).

5- MEYER. A. (1973). Processed Cheese Manufacture, Food Trade Press Ltd., London, 201p.

- 6- McCall et al., 1992a McCall, M. R., T. Mehta, C. W. Leathers, and D. M. Foster. 1992. Psyllium husk I: effect on plasma lipoproteins, cholesterol metabolism, and atherosclerosis in African green monkeys. *Am. J. Clin. Nutr.* 56:376-384
- 7- MOUSSAOUI M. Les vertus médicinales de la graine de Nigelle. Paris : Sana; 2013.
- 8- Muñoz, L., Cobos, A., Díaz, O., & Aguilera, J. (2012). Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering*, 108, 216–224.

N

- 1- NERGIZ C., OTLES S. Some characteristics of *Nigella sativa* L. seed cultivated in Egypt and its lipid profile. *Food Chemistry*. 2003; 83: 63-68.

O

- 1- Oomah, B. D., Corb??, A., & Balasubramanian, P. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Hulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(14), 8225–8230.
- 2- ORSI-LLINARES F. La nigelle, une épice d'intérêt médicinaal. Thèse de Pharmacie. Université de Grenoble; 2005.
- 3- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reactions-antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307–315.
- 4- OZENDA P. Les végétaux : organisation et diversité biologique. Paris: 2ème édition Dunod; 2000.
- 5- Ovando, J. V., Rubio, G. R., Guerrero, L. C., & Ancona, D. B. (2009). Physicochemical properties of fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT—Journal of Food Science and Technology*, 42, 168–173.

P

- 1- Patni SD, Gondkar SB, Darekar AB, Sharma YP, Saudagar RB. Comparative evaluation of natural and synthetic superdisintegrants for fast dissolving tablet. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*; 2013; 3(5): 22-30
- 2- Perez MM, Gomez CA, Colombo LT et al (1996) Effect of fiber supplements on internal bleeding hemorrhoids. *Hepatogastroenterology* 43:1504–1507
- 3- Pizarro, P. L., Almeida, E.L., Coelho, A. S., Samman, N. C., Hubinger, M. D., & Chang, Y. K. (2014). Functional bread with n-3 alpha linolenic acid from whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4475–82.

4- Poudyal, H., Panchal, S. K., Waanders, J., Ward, L., & Brown, L. (2012). Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats. *Journal of Nutrition and Biochemistry*, 24, 153–162.

Q

1- Qian Guoa Steve W.CuibQ.WangbJ.ChristopherYoungb,Fractionation and physicochemical characterization of psyllium gum, *Carbohydrate Polymers* Volume 73, Issue 1, 4 July 2008, Pages 35-43)

2- Quiroz- Reyes et al./ *Revista MEXICATNA DE INGENIERIA Quimica* Vol . 12, No . (2013) 11-18

3- Qvitzau S, Matzen P, Madsen P (1988) Treatment of chronic diarrhoea: loperamide versus ispaghula husk and calcium. *Scand J Gastroenterol* 23:1237–1240

R

1- Rangari VD (2008) *Pharmacognosy&phytochemistry*, vol 1, 2nd edn. Career Publications, India, pp 202–204)

2- RATHEE P., MISHRA S., KAUSHAL R. Antimicrobial activity of essential oil, fixed oil and unsaponifiable matter of *Nigella sativa*. *Indian J Pharm Sci.* 1982; 44: 8-10.

3- Read NW (1986) Dietary fiber and bowel transit. In: Vahouny GV, Kritchevsky D (eds) *Dietary fiber basic and clinical aspects*. Plenum Press, New York, pp 91–100

4- Rendón-Villalobos, R., Ortíz-Sánchez, A., Solorza-Feria, J., & Trujillo-Hernández, C. A. (2012). Formulation, physicochemical, nutritional and sensorial evaluation of corn tortillas supplemented with chia seed (*Salvia hispanica* L.). *Czech Journal of Food Sciences*, 30(2), 118–125.

5- RezaAhmadi, AhmadKalbasi-Ashtari, AbdulasoulOromiehiebMohammad-SaeedYarmand, ForoughJahandideh, Development and characterization of a novel biodegradable edible film obtained from psyllium seed (*Plantago ovata* Forsk), April 2012, Pages 745-751)

6- Roustel S. & Boutonnier J. L. 2015: Fromage fondu : Technologie de fabrication et contrôle qualité. Ed Techniques de l'ingénieur, F6311: 1: 1- 19.

S

1- Salem, M.L. (2005) Immuno-modulatory and therapeutic properties of the *Nigella sativa* L. Seed. *International Immuno-pharmacology*. 5: 1749-1770.

- 2- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- 3- Škerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A. R., Simonič, M., & Knez, Ž. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 89(2), 191–198.
- 4- Sosa, Anacleto. (2016). Chia Crop (*Salvia Hispanica L.*): Its History and Importance as a Source of Polyunsaturated Fatty Acids Omega-3 Around the World: A Review. *JCRF*, 1(1), 1-4..
- 5- SPICHIGER R.E. ; SAVOLAINEN V.V. ; FIGEAT M. ; JEANMONOD D. *Botanique systématique des plantes à fleurs*. Lausanne: 2^{ème} édition Presses polytechniques et universitaires romandes; 2002.
- 6- SULTAN M.T. Nutritional profile of indigenous cultivar of black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil. *Pakistan Journal of Botany*, vol. 41. 2009; 3: 1321-1330.

T

- 1- TahiraBatooolQaisrani, MasoodSadiq Butt, Safdar Hussain and Muhammad Ibrahim, CHARACTERIZATION AND UTILIZATION OF PSYLLIUM HUSK FOR THE PREPARATION OF DIETETIC COOKIES, *International Journal of Modern Agriculture*, Volume 3, No.3,2014)
- 2- Tabuti, J. R., Dhillion, S. S., and Lye, K. A. (2003). "Ethnoveterinary medicines for cattle (*Bos indicus*) in Bulamogi county, Uganda: plant species and mode of use." *Journal of Ethnopharmacology*, 88(2), 279-286.
- 3- Tamime A. Y. (2011). *Processed cheese and analogues: An overview*. Processedcheeseandanalogue. Oxford, UK.
- 4- Timilsena, Adhikari, Kasapis, & Adhikari, (2016) Timilsena, Y. P., Adhikari, R., Kasapis, S., & Adhikari, B. (2016). Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds. *Carbohydrate Polymers*, 136, 128–136.
- 5- Turnbull WH, Thomas HG (1995) The effect of *Plantago ovata* seed containing preparation on appetite variables, nutrient and energy intake. *Int J Obes Relat Metab Disord* 19:338–342
- 6- Tyler VE, Brady LR, Robbers JE (1988) *Pharmacognosy*, 9th edn. Lea & Febiger, Philadelphia, pp 52–53

U

1- USDA National Nutrient Database for Standard Reference Release 28 (2011). Basic report 12006, seeds, Chia seeds, dried. Report date: January 11, 2016

V

1- Valdivia-López, Ma. Ángeles, & Alberto Tecante. (2015). Chia (*Salvia Hispanica*) . In *Advances in Food and Nutrition Research*, 75, 53-75. Elsevier.

2- Vázquez-Ovando, A., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2009). Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT—Food Science and Technology*, 42(1), 168–173.

3- Vertommen, J., Van de Sompel, A. M., Loenders, M., Van der Velpen, C., & De Leeuw, I. (2005). Efficacy and safety of 1 month supplementation of SALBA (*Salvia Hispanica Alba*) grain to diet of normal adults on body parameters, blood pressure, serum lipids, minerals status and haematological parameters. Results of a pilot study. The 23th International Symposium on Diabetes and Nutrition of the European Association for the Study of Diabetes.

4- Vuksan, V., Choleva, L., Jovanovski, E., Jenkins, A. L., Au-Yeung, F., Dias, A. G., & Duvnjak, L. (2017). Comparison of flax (*Linum usitatissimum*) and Salba-chia (*Salvia hispanica* L.) seeds on postprandial glycemia and satiety in healthy individuals: A randomized, controlled, crossover study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 71(2), 234–238.

W

1- Webster DJ, Pugh DC, Craven JL (1978) The use of bulk evacuant in patients with hemorrhoids. *Br J Surg* 65:291–29

2- Walther B, Schmid A, Sieber R et Wehrmuller K. (2008). Cheese in nutrition and health. *Dairy Sci. Technol*, 405p

3- WICHTL M. ; ANTON R. *Plantes thérapeutiques*. Tournai (Belgique): 2ème édition, Tec & Doc; 2003..

Y

1- Yadav, M., Khatak, A., Singhanian, N., & Bishnoi, S. (2020). Comparative analysis of various processing on total phenolic content and antioxidant activity of flaxseed. *International Journal of Chemical Studies*, 8(4), 3738–3744..

2- Yu LL, Lutterodt H, Cheng Z (2009) Beneficial health properties of psyllium and approaches to improve its functionalities. *Adv Food Nutr Res* 55:193–220. doi:10.1016/s1043-4526(08) 00404-x (cited on 18 May 2014)

Site Web

<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2015.06.002>.

<http://www.thorne.com/altmedrev/>

Annexe

Annexe I :

Présentation du lieu de stage : FADIPLAIT

Présentation détaillée de l'entreprise

- ❖ FADIPLAIT dispose d'une surface d'environ 12.000 m^2 comprenant deux unités de production, des d'entrepôts, des chambres froides ainsi que des bureaux.
- ❖ Chambre froides: $\sim 500 \text{ m}^2$
- ❖ Dépôt de stockage : $\sim 1000 \text{ m}^2$
- ❖ L'effectif total de l'usine avoisine les 250 personnes.
- ❖ Elle se situe à 5 Km de l'aéroport de la capitale (ALGER) et à 25 Km de son port.
 - Ses produits Présentent sur 40% du territoire Algérien



Figure 01 : Carte géographique illustrative montrant l'emplacement de la fromagerie FADIPLAIT.

Historique de l'entreprise

La société **FADIPLAIT** a été créée en 2007.

- Statut juridique de l'entreprise :S.A.R.L.

Secteur d'activité : **Agroalimentaire**

- **Produits**



Figure 02 : Photographié d'un type de produit fabriqué par FADIPLAIT.

Fromage fondu

- L'entreprise Aujourd'hui



Figure 03 : Image de l'unité de production.

I. Matériels utilisé

I.1. Réactifs et produits chimique

Ethanol, Eau distillé, Folin, Carbonate de sodium, Tampon, KH_2PO_4 , FeCl_3 , Chlorure d'aluminium hydraté, Acide phosphorique

I.2.verreries et appareillages

Verrerie	Apparels	materiel courant du laboratoires
-Tube à assai -Becher - Butyromètre	-Broyeur électrique - Balance -Bain marie -Etuve	-Tamis -Boîte de pétri -Pissette de l'eau distillée

	-Dessiccateur -PH Metter -Agitateur	-Spatule -papier absorbant -Seringue, -pots stériles -Coupelle d'aluminium
--	---	---

Tableau 01 : verreries et appareillages utilisés.

I.3.Matériel biologique



Figure 4 : photographié de remplissage des contenants avec le produit final

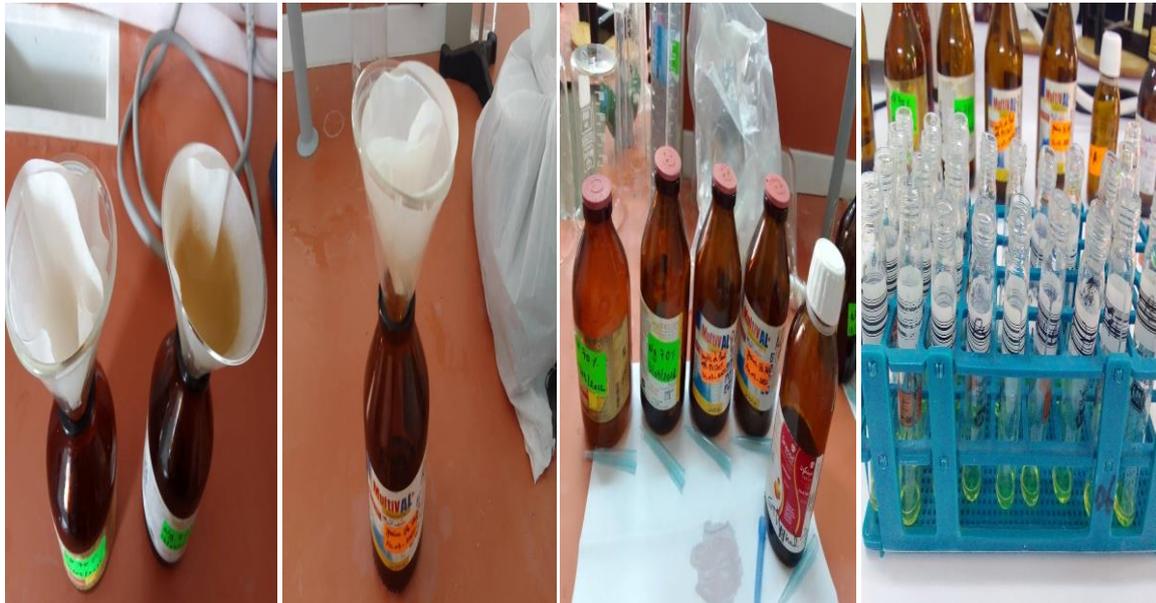


Figure 05 : Filtration d'extrait macération/sonication et manipulation d'analyse.

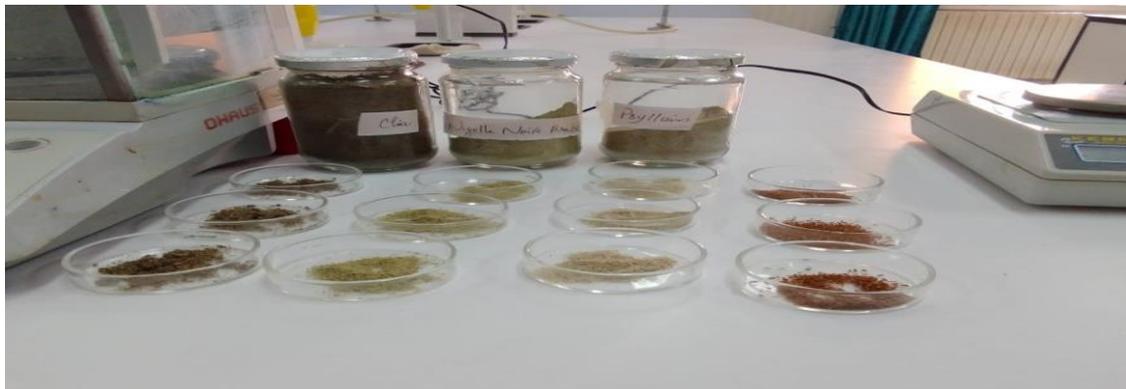


Figure 06 : photographiée de la pesé des graines pour le séchage

I.2 Matérielle non biologique



Figure 07 : Photographiée de la mesure de ph (grain/produit fini)



Figure 08 : photographiée de(PH mètre / Agitateur / Butyromètre /Balance)



Figure 09 : Photographiée de (Ultra Sonde / Bain-marie /Etuve)

Annexe 02 :

II. Les courbes des analyses phyto chimique

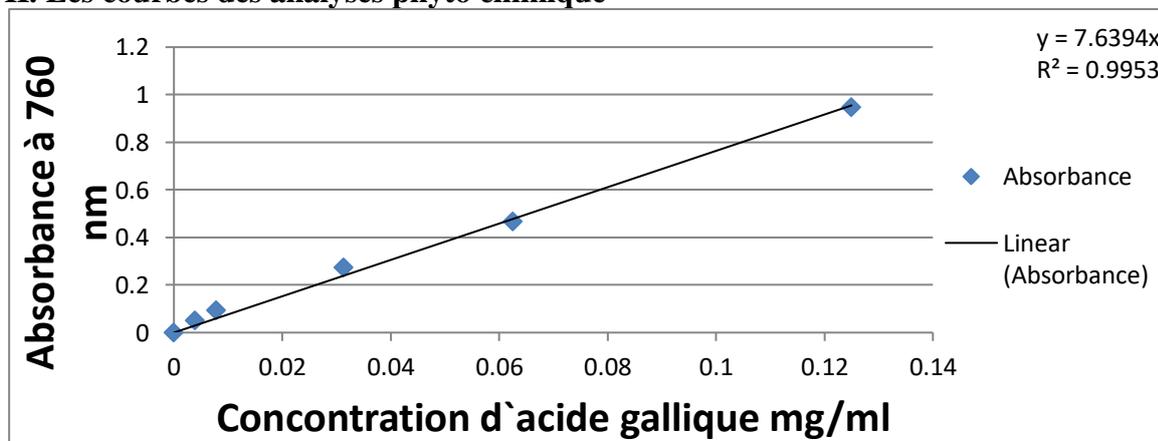


Figure 10 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des poly phénol totaux soluble

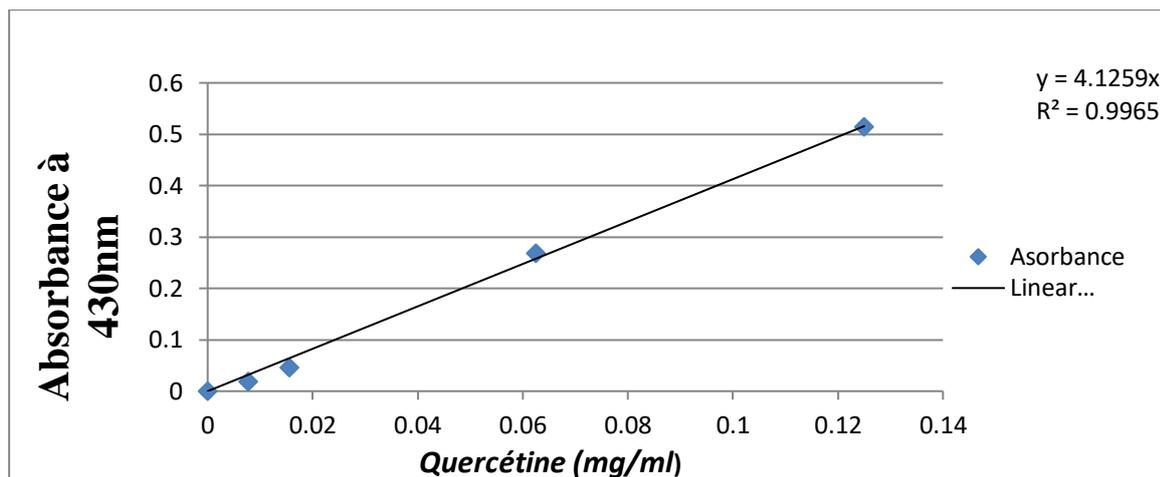


Figure 11 : Courbe d'étalonnage pour le Dosage des flavonoïdes

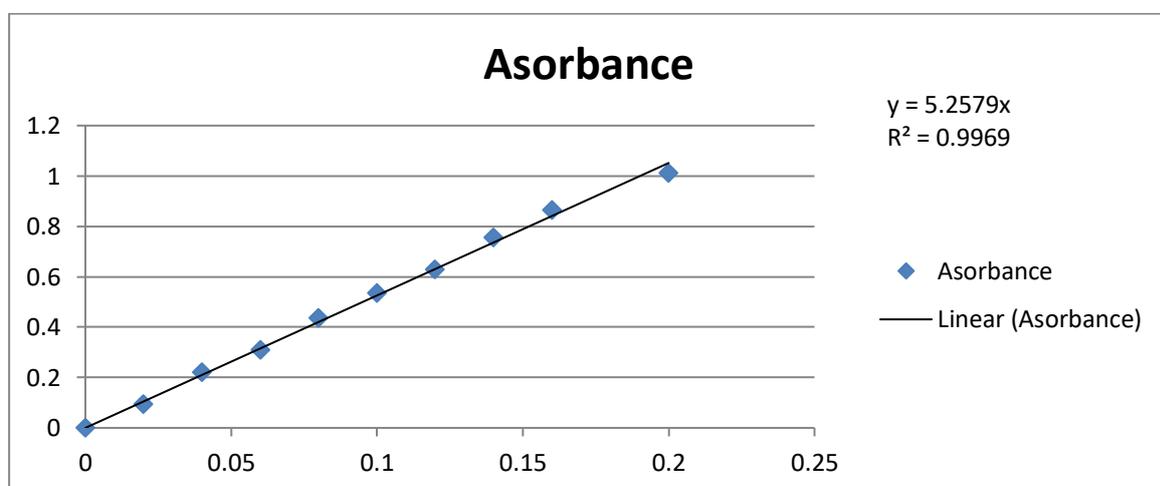


Figure 12 : Courbe d'étalonnage pour le Pouvoir réducteur FRAP

Annexe 03 :

III. Exemple de fiche de dégustation

Date de dégustation Age : Sexe :

Nom du fromage : المتميز

Description	Fromage01	Fromage02	Fromage03	Fromage04	Fromage05
Description visuelle					
couleur	<input type="checkbox"/> Jaune clair				
	<input type="checkbox"/> Beige				
	<input type="checkbox"/> persillée				
	Note : /10				
Description olfactif					
Arome	<input type="checkbox"/> Lactique				
	<input type="checkbox"/> fruité				
	<input type="checkbox"/> épicé				
	Note : /10				

Description gustative					
Texteur	<input type="checkbox"/> ondant				
	<input type="checkbox"/> ollant				
	<input type="checkbox"/> Dur				
	Note : /10				
Saveur	<input type="checkbox"/> ucré				
	<input type="checkbox"/> Salé				
	<input type="checkbox"/> Amer				
	Note : /10				
Odeur	<input type="checkbox"/> on				
	<input type="checkbox"/> Moyen				
	<input type="checkbox"/> Excellent				
	Note : /10				

Résumé

Résumé :

Le présente travaille à été entreprise dans le but d'étude de neveux produit de fromage fondu enrichi avec les graines comestibles et leur effets sur la qualité physico chimique et organoleptique d'un produit fini préparé au niveau de laboratoire. Les graines (Nigelle, chia, psyllium) sont incorporées avec différentes concentrations de 0.25% 0,5% 1% respectivement aux cours de préparation fromagères, chaque paramètre étudié est présenté par 5 pots de 100 ml. Les mesures de contrôle suivant ont été effectuées pour chaque produit : PH, matière grasse, l'extrait sec, Analyse organoleptiques (texture, odeurs, couleur, gout, et surface). Pour analyses phyto chimique (***La teneur en poly phénol totaux, La teneure en flavonoïde, Le teste de pouvoir réducteur et DPPH***) pour l'extrait des graines montre que la méthode de sonication plus mieux de rendement et efficace pour les graines que la méthode de macération. D'après les résultats physico chimique montrent une diminution de PH avec l'augmentation de concentration des graines ainsi que la graine de Chia contendante de matière grasse plus que Psyllium et Nigelle. En géniales le fromages enrichi avec les graine de Psyllium est plus mieux et acceptable pour grand nombre de dégustateurs selon :(***la couleur, le goutte , texteur, odeuretc.***)

Summary:

This work has been undertaken with the aim of studying a new processed cheese product enriched with edible seeds and their effects on the physicochemical and organoleptic quality of a finished product prepared at the laboratory level. The seeds (*Nigella, chia, psyllium*) are incorporated with different concentrations of 0.25% 0.5% 1% respectively in cheese preparation courses, each parameter studied is presented by 5 jars of 100 ml. The following control measurements were carried out for each product: PH, fat, dry extract, organoleptic analysis (***texture, odors, color, taste, and surface***). For phytochemical analyzes (***total polyphenol content, flavonoid content, reducing power test and DPPH***) for the seed extract shows that the sonication method is more yielding and efficient for the seeds than the sonication method. Maceration. According to the physico-chemical results show a decrease in PH with the increase in concentration of the seeds as well as the seed of Chia contendante of fatty matter more than Psyllium and Nigella. In genius, cheeses enriched with Psyllium seeds are better and acceptable to a large number of tasters according to: (the color, the taste, the texture, the smell etc.).