

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2021

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV      Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

Gaci ikram & sellik radhia

*Thème*

**Essai d'enrichissement d'un yaourt brassé avec  
les graines de chia**

Soutenu le: 14/07/2021

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
Mohammedi Saliha	MAB	Univ. de Bouira	Président
Moudache Messaad	MCB	Univ. de Bouira	Promotrice
Maliou Djamil	MCB	Univ. de Bouira	Examineur

Année Universitaire : 2020/2021

# 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<sup>me</sup> 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 tenons à remercier MEMBRES DE JURY pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger le travail.*

*Nous remercions également tous les responsables et techniciens de laboratoire de unité de Rouïba .*

*À 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.*

# **DÉDICACES**

*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.*

*Mon frères mes et sœurs*

*Mes copines*

*Ma collègue Radia et sa famille.*

*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*

*IKRAM*

# **DÉDICACE**

*À mes chers parents ma mère et mon père pour leur amour,  
leur soutien et leur encouragement.*

*À mes frères et mes sœurs,*

*À mon binôme Gaci ikram,*

*À mes chères copines à vous souhaite beaucoup de bonheurs et de  
réussite.*

*À l'ensemble d'étudiants de master 2 agroalimentaire et contrôle  
de qualité*

*Promotion 2020/ 2021.*

*À tous ceux qui j'aime je dédie ce modeste travail.*

**RADHIA**

## *Sommaire*

Liste d'abréviation	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	01

### *Partie théorique*

#### **Chapitre I : Généralité sur les grains de chia**

I.1. Historiques.....	03
I.2. Définition .....	03
I.3. Caractéristiques botaniques .....	04
I. 4. Composition nutritionnelle des graines de chia	04
.....	
I.4.1. ....	05
Protéines.....	
I.4.2. Fibres alimentaires.....	06
I.4.3. Lipides.....	07
I.4.4. ....	08
Antioxydants.....	
I.4.5. Vitamines et minéraux .....	09
I.5. .... Propriétés physico- chimiques.....	10
I.6. Bienfaits de graine de chia .....	10

#### **Chapitre II : Généralités sur le yaourt**

II.1. Historique.....	13
II.2. Définition de yaourt.....	13
II.3. Différents types de yaourts .....	13
II.3.1. Yaourt ferme (dit aussi en pot, étuvé ou traditionnel).....	13
II.3.2. Yaourt brassé.....	14
II.3.3. Yaourt à boire.....	15
II.4. Les bactéries lactiques .....	15
II.4.1. Caractéristiques générales.....	15

II.4.2. Le genre <i>Streptococcus</i> .....	16
II.4.3. Le genre <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	16
.....	
II.5. Cycle de fabrication de yaourt .....	17
II.5.1. Matière première .....	17
II.5.2. ....	17
Concentration.....	
II.5.3. Traitement .....	18
thermique.....	
II.5.4. Homogénéisation.....	19
II.5.5. Ensemencement.....	19
II.5.6. Conservation des yaourts.....	20
II.6. Rôles bénéfiques des bactéries lactiques sur la santé humaine .....	20
II.6.1. Effets sur le transit et sur la flore intestinale.....	21
II.6.2. Amélioration de l'intolérance au lactose et de la digestion du lactose.....	21
II.6.3. Activité hypocholestérolémiante .....	22
II.6.4. Action anti carcinogène et action sur le système immunitaire.....	22
II.6.5. Les pré biotiques et pro biotiques.....	22

## *Partie expérimentale*

### **Chapitre III : Matériel et méthode**

III.1. Matériels biologique .....	25
III.1.1 Grains de chia .....	25
III.1.2 Matière première .....	25
III.2. Matériels .....	utilisé 25
.....	
III.2.1. Verreries et appareillages.....	25
III.2.2. Réactifs et milieux de cultures .....	25
III.3. Fabrication de yaourt au niveau de .....	26
laboratoire .....	
III.4. Analyses physico-chimiques de produit fini .....	27
.....	
III.4.1. Mesure .....	de PH 27
.....	

III.4.2.Détermination de la teneur en matière grasse (MG).....	28
III.4.3. Détermination de l'acidité titrable .....	29
III.5. Analyses microbiologique.....	29
III.5.1.Préparation de la solution mère .....	29
.....	
III.5.2. Recherche et dénombrement des germes.....	30
III.5.2.1.Recherche et dénombrement des Staphylocoques.....	30
III.5.2.2.Recherche et dénombrement des Salmonelles .....	30
.....	
III.5.2.3.Recherche et dénombrement des entérocoques .....	31
.....	
III.6.Analyse sensorielles .....	32

## **Chapitre IV : Résultat et discussions**

IV.1.Résultats d'analyse physico chimique.....	33
IV.1.1.Résultats de mesure de PH et de l'acidité.....	33
IV.1.2.Relation entre le PH et l'acidité.....	35
IV.1.3.Résultat de matière grasse .....	35
.....	
IV.2.Résultas analyses microbiologique.....	37
IV.3. Résultat d'analyse sensorielle.....	37
IV.3.1.Texture .....	37
IV.3.2.L'odeur .....	39
.....	

IV.3.3.Le	40
Gout.....	
IV.3.4.La	42
couleur.....	
IV.3.4.L'acidité.....	43
.	
Conclusion.....	44

## **Références**

## **Annexes**

## **Résumé**

### **Liste d'abréviation**

<b>USDA</b>	<b>United States Department of Agriculture</b>
<b>HSP70</b>	<b>Heat Shoc Protien</b>
<b>HSP25</b>	<b>Heat Shoc Protien</b>
<b>ALA</b>	<b>ALanine Aminotransférase</b>

<b>EPA</b>	<b>Acide EicosaPentaénique</b>
<b>LDL</b>	<b>Low Dencity Lypoprotien</b>
<b>MCV</b>	<b>Maladies Cardio-Vasculaires</b>
<b>FAO</b>	<b>Food and Agriculture Organisation</b>
<b>JORA</b>	<b>Journal Officiel de la République Algérienne</b>
<b>CO2</b>	<b>Dioxyde de carbone</b>
<b>ADN</b>	<b>Acide DésoxyriboNucléique</b>
<b>NAD</b>	<b>Nicotinamide Adénine Dinucléotide</b>
<b>O2</b>	<b>Oxygène</b>
<b>H2O2</b>	<b>Peroxyde d'hydrogène</b>
<b>H2O</b>	<b>Eau</b>
<b>EMP</b>	<b>Embden Meyerhoff Parnas</b>
<b>OMS</b>	<b>Organisation Mondial de la Santé</b>
<b>UHT</b>	<b>Ultra Haut Température</b>
<b>EPS</b>	<b>Exophospho PolySaccharide</b>
<b>UFC</b>	<b>Unité Formant Colonie</b>
<b>UI</b>	<b>User Intract</b>
<b>BCPL</b>	<b>Pourpre au Bromo-Crésol Lactose</b>
<b>SFB</b>	<b>Bouillon sélénite céstéiné tamponné.</b>

## Liste de figure

<b>Figure N° 01 : a) plante, b) fleur, c) graines de chia.....</b>	<b>03</b>
--	-----------

<b>Figure N° 02</b> : aspects des cellules <i>streptococcus thermophilus</i> sous microscope électronique .....	<b>16</b>
<b>Figure N° 03</b> : aspects des cellules <i>lactobacillus bulgaricus</i> sous microscope électronique .....	<b>17</b>
<b>Figure N° 04</b> : Photographies de : a) Mesure de sucre, b) Mesure de poudre de lait 0% MG et c) Lait pasteurisé.....	<b>26</b>
<b>Figure N° 05</b> : Photographie de l'étape de pasteurisation.....	<b>26</b>
<b>Figure N° 06</b> : a) Graine de chia, b) Enrichissement de yaourt.....	<b>27</b>
<b>Figure N° 07</b> : Préparation de la solution mère.....	<b>29</b>
<b>Figure N° 08</b> : Diagramme de variation d'acidité , diagramme de variation de PH.....	<b>34</b>
<b>Figure N° 09</b> : Relation entre le ph et l'acidité.....	<b>35</b>
<b>Figure N° 10</b> : diagramme de variation de matière grasse.....	<b>36</b>
<b>Figure N° 11</b> : Histogramme des attributs de texture des différents yaourts.....	<b>38</b>
<b>Figure N° 12</b> : Histogramme des attributs d'odeur des différents yaourts .....	<b>40</b>
<b>Figure N° 13</b> : Histogramme des attributs de goût de différents yaourts.....	<b>41</b>
<b>Figure N° 14</b> : Histogramme des attributs de couleur de différents yaourts .....	<b>42</b>
<b>Figure N° 15</b> : Histogramme des attributs d'acidité de différents yaourts.....	<b>43</b>

### **Liste des tableaux**

**Tableau N° 01** : Comparaison de la composition nutritionnelle moyenne des graines de

chia avec d'autres graines .....	05
<b>Tableau N°02</b> : Composition moyenne en acides aminés des graines de chia (g/100g) ....	06
<b>Tableau N°03</b> : Teneur en fibres alimentaires de différents aliments .....	07
<b>Tableau N°04</b> : Composition moyenne en acides gras des graines de chia .....	08
<b>Tableau N°05</b> : Teneur totale moyenne en phénol des graines de chia .....	09
<b>Tableau N°06</b> : Teneur moyenne en vitamines et minéraux des graines de chia .....	09
<b>Tableau N°07</b> : Propriétés physiques dépendant de l'humidité des graines de chia noires et blanches.....	10
<b>Tableau N°08</b> : Milieux de culture ou réactifs utilisés en fonction des germes ou paramètres recherchés.....	26
<b>Tableau N°09</b> : Propriété physico chimiques de lait pasteurisé utilisé dans la production de yaourt .....	33
<b>Tableau N°10</b> : Résultat de PH et de l'acidité des quatre yaourts.....	33
<b>Tableau N°11</b> : Résultat de MG pour les quatre yaourts.....	36
<b>Tableau N°12</b> : Analyse microbiologique des yaourts (UFC/ ml).....	37
<b>Tableau N°13</b> : Taux d'acceptabilité du yaourt selon la texture.....	38
<b>Tableau N°14</b> : Taux d'acceptabilité des yaourts selon l'odeur.....	39
<b>Tableau N°15</b> : Taux d'acceptabilité des yaourts selon le goût.....	41
<b>Tableau N°16</b> : Taux d'acceptabilité des yaourts selon le couleur.....	42
<b>Tableau N°17</b> : Taux d'acceptabilité des yaourts selon l'acidité.....	43



***Introduction***

L'industrialisation accélérée du secteur agroalimentaire depuis la période de l'après-guerre, la globalisation de certains marchés versus la territorialisation de certains autres, la diversification des produits mis en marché et la multiplication de leurs standards de qualité sont des facteurs qui à la fois favorisent la diversité des choix du consommateur et limitent sa capacité à optimiser sa fonction de consommation

Le secteur laitier algérien se caractérise par une forte demande et une offre très diversifiée issue principalement de la reconstitution industrielle à partir de poudre de lait importée dont la qualité est standardisée (lait reconstitué, lait recombinaison, yaourts, fromages et autres) (**Mamine et al.,2016**).

Le lait et les produits laitiers appartiennent au groupe d'aliments dits protecteurs. Pour le plus grand nombre de la population, le lait est un produit accessible par son prix (**Ramdan et al.,2019**).

La consommation de yaourts, desserts lactés et autres très marginale pour notre population, cela est guidé essentiellement par le pouvoir d'achat de la population, surtout que leurs prix sont libres sur le marché, à l'inverse du lait en sachet, dont le prix est fixé à 25 Da (Dinar algérien). L'offre des laitages produits localement ou importés s'est diversifiée sur le marché algérien, avec une nette augmentation des entreprises dans cette branche, en plus que l'Algérie s'est ouverte à une large gamme de ces produits provenant de l'étranger, en particulier des marques renommées à l'échelle mondiale (**Ramdan et al.,2019**).

Les consommateurs sont aujourd'hui plus que jamais en quête d'authenticité. Ils recherchent la transparence, la sincérité, le naturel ou encore l'ancrage dans une origine définie et avérée (**Camus, 2000**) et pour cela dans notre travail en a essayer d'enrichir un yaourt brassé par des graines comestibles (graines de chia) et en a étudié l'effet d'incorporation de ces graines sur la qualité physico chimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté types yaourt brassé préparé au niveau de laboratoire. Les graines de chia sont une excellente source de fibres alimentaires (insolubles et solubles), d'oméga-3, acides gras, protéines et composés bioactifs ou phytochimiques donc il peut être utilisé commercialement pour le développement de nouveaux produits enrichi.

Le travail présenté à était structuré comme suit :

- ✓ Une synthèse bibliographique dans laquelle des généralités sur le yaourt et les graines de chia sont présentées.

## Introduction générale

---

- ✓ La deuxième partie quant à elle explique la partie expérimentale effectuée dans la fabrication de yaourt brassé et les analyses physicochimiques, microbiologique ainsi que des analyses sensorielles réalisées.
- ✓ La dernière partie est consacrée pour la présentation des différents résultats obtenus et leurs discussions
- ✓ Nous avons terminés notre travail par une conclusion générale qui expose les résultats dégagés.



***Partie théorique***



***Chapitre I***  
***Généralité sur les graines***  
***de chia***

## I.1. Historiques

*Salvia hispanica* communément appelée chia est une plante herbacée annuelle, originaire du sud du Mexique et du nord de Guatemala. Le genre *salvia* se compose de 900 espèces. Le nom de Chia venait du mot latin 'salvere' signifiant les propriétés curatives du bien connu herbe culinaire et médicinale *Salvia officinalis* (Dweck, 2005). Le chia produit de nombreux fruits secs communément appelés graines. Ce sont de petites tailles, blanches et foncées à l'époque précolombienne consommées avec des aliments de base tels que le maïs, les haricots et étaient l'un des aliments de base de l'alimentation de plusieurs centrales civilisations américaines, y compris les populations maya et aztèque. (Segura-Campos, 2014).

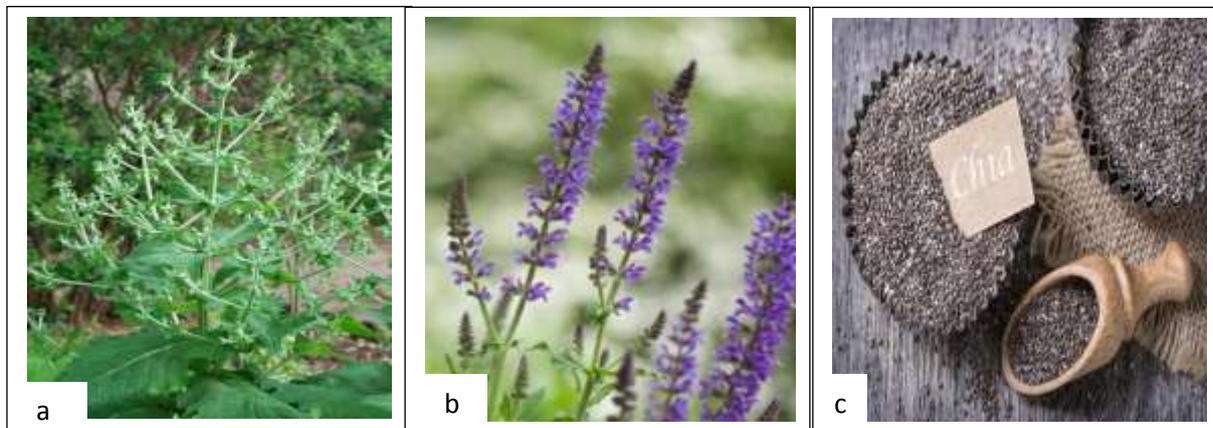


Figure N°01 : a) plante, b) fleur, c) graines de chia (Anonyme 1)

## I.2. Définition

la chia (*Salvia hispanica L.*) est une plante de la famille des lamiacées d'origine mexicaine, dont les graines sont petites taille, rondes et noires. Chia signifie « force » en maya. En effet, les graines de chia sont riches en fibres et en lipides, notamment en oméga 3. Aujourd'hui, elles sont consommées sous différentes formes en Amérique du Sud, par exemple, en tant que boisson. La chia commence à se faire connaître aux Etats-Unis pour ses vertus anti-oxydantes.

Trempées dans l'eau, les graines de chia forment un gel solide grâce à leur couche extérieure qui est riche en fibres solubles. Dans l'estomac, mélangé au liquide gastrique, elles deviennent gélatineuses et créent ainsi une barrière entre les hydrates de carbone et les enzymes digestives. Les hydrates de carbone sont absorbés plus lentement, ce qui

contribuerait à stabiliser la glycémie ; elles pourraient présenter un intérêt pour les personnes diabétiques (Vuksan, 2002).

### I.3. Caractéristiques botaniques

La chia est une plante qui peut atteindre 1 m de hauteur. Ses feuilles dentelées, disposées en face, mesurent 4–8 cm de longueur et 3–5 cm en largeur (Munoz et al., 2013). Ses fleurs blanches ou bleues sont bisexuées, de 3–4 mm de diamètre, poussant en verticilles à l'extrémité des pousses.

La chia forme des fruits ronds, contenant de nombreuses graines minuscules et ovales de 2 mm de longueur et 1mm de largeur. La surface de la graine est lisse, brillante, de couleur allant du blanc au gris en passant par le brun, avec des points noirs irrégulièrement (Munoz et al., 2013 ; Ali et al., 2012). Initialement, la chia était cultivé dans les régions tropicales et subtropicales. À l'heure actuelle, elle es cultivé dans le monde entier, en particulier en Argentine, au Pérou, au Paraguay, en Équateur, au Mexique, Nicaragua, Bolivie, Guatemala et Australie. En Europe, il est cultivé en serre, cette plante est peu résistante au gel (Coates ,2011 ; Munoz,) 2013 ; Huxley, 1992). Dans la nature, il pousse principalement dans les régions montagneuses *Salvia hispanica* se développe correctement dans les sols limoneux sableux et limoneux argileux avec de bonnes conditions de drainage (Ramírez-Jaramillo ,2015). Le rendement en graines de certains champs commerciaux situés en Argentine et en Colombie varie de 450 à 1250 kg / ha, cependant, dans des conditions expérimentales avantageuses le rendement peut être riche bien au-dessus 2000 kg / ha (Ayerza, 2009).

### I. 4. Composition nutritionnelle des graines de chia

La composition nutritionnelle des graines de chia a été évaluée et étudiée par plusieurs chercheurs. Elles sont considérées comme ayant une importance nutritionnelle compte tenu de leur composition en acides gras ainsi que de leur teneur en fibres et en protéines (Tableau °N 01).

**Tableau N° 01 :** Comparaison de la composition nutritionnelle moyenne des graines de chia avec d'autres graines (USDA ,2011).

Quantité d'éléments nutritifs pour 100g	Chia	Lin	Quinoa	Tournesol	Moutarde	Guar	Avoine
Énergie (Kcal)	486	534	368	584	508	332	374
Protéine (g)	16.54	18.29	14.12	20.78	26.08	4.60	13.6
Graisse (g)	30.74	42.16	6.07	51.46	36.24	0.50	7.6
glucides (Par différence ; g)	42.12	/	64.16	20.00	28.09	77.3	66.27
Humidité (g)	50.80	6.96	13.28	4.73	5.27	15	8.22

#### I.4.1. Protéines

La teneur moyenne en protéines varie de 15 % à 23% selon l'endroit où les graines ont été cultivé ( **Ayerza et al.,2001**) Les graines de chia contiennent une quantité plus élevée de protéines (16,54 g/ 100g) par rapport aux autres céréales comme le blé (11,8 g/ 100g), l'avoine (13,6 g/ 100g), l'orge (11,5 g/ 100g), le riz (6,8 g/ 100g) et le maïs (11,1 g/ 100g) ( **Ayerza et Gopalan et al., 2007**). La teneur en protéines de la farine de chia, est d'environ 446,2 g / kg de ( **Ovando ,2009**). Le tableau N°02 illustre la composition détaillée en acides aminés des graines de chia.

**Tableau N°02** : Composition moyenne en acides aminés des graines de chia (g/100g)  
(USDA ,2011)

Arginine	2.143	Isoleucine	0.801
Acide glutamique	3.500	Leucine	1.371
Thréonine	0.709	Méthionine	0.588
Tryptophane	0.436	Lysine	0.970
Cystine	0.407	Alanine	1.044
Phénylalanine	1.016	Glycine	0.943
Tyrosine	0.536	Acide aspartique	1.689
Histidine	0.531	Proline	0.776
Valine	0.950	Serine	1.046

#### I.4.2. Fibres alimentaires

Les fibres sont parmi les éléments importants d'une alimentation saine. L'apport d'une quantité adéquate de fibres alimentaires est associé à la prévention des maladies cardiovasculaires comme les accidents vasculaires cérébraux, l'infarctus du myocarde, obésité, hypertension, hyperglycémie, hyperlipidémie et d'autres maladies. Les fibres alimentaires ne peuvent pas être digérées et absorbées par l'intestin grêle mais fermentées dans le gros intestin. Sur la base de leurs propriétés physico-chimiques et fonctions, les fibres alimentaires sont classées sous deux formes : Les fibres insolubles qui présentent une action gonflante et les fibres solubles. (Anderson et al.,2009 ; Suri et al.,2015).

La teneur en fibre des graines de chia varie de 36 à 40 g pour 100g ce qui est beaucoup plus élevé que celle présente dans plusieurs céréales, légumes et fruits tels que le maïs, la carotte, les épinards, la banane, la poire, la pomme, et le kiwi ( Reyes-Caudillo et al., 2008 ;Ovando et al., 2009). La quantité en fibres alimentaires insolubles et solubles varie de 23 à 46 % et de 2,5 à 7,1 % respectivement ( Coates et Ayerza ,2009). Le chia contient environ 5% de mucilage qui peuvent également jouer le rôle de fibres solubles ( Munoz et al.,2012). La fibre alimentaire insoluble de chia est capable de retenir l'eau plusieurs fois son poids lors de l'hydratation et fournit ainsi du volume et prolonge le temps de transit gastro-intestinal.

L'augmentation du temps gastro-intestinal est directement liée à l'augmentation progressive de la glycémie post prandiale et diminution de la résistance à l'insuline sur une période donnée (**Munoz et al., 2012**).

**Tableau N°03 : Teneur en fibres alimentaires de différents aliments ( Reyes-Caudillo et al., 2008 ; Coates et Ayerza ,2009)**

Produit alimentaire	Graines de chia	Graines de lin	Graines de quinoa	Graines de gomme de guar
Teneur g/100g	34,4	27.3	7.0	77.3

### I.4.3. Lipides

*Salvia hispanica* contient en moyenne 30,74% des lipides totaux. Plusieurs chercheurs ont évalué la composition en acides gras des graines de chia et des résultats variables ont été obtenus. Par exemple, dans une étude réalisée par **Marineli et al.,2014** l'acide gras alpha-linolénique était le plus abondant (62,80 g / 100 g), suivi d'acide linoléique (18,23 g / 100 g), acide palmitique (7,07 g / 100 g), acide oléique (7,04 g / 100 g) et acide stéarique (3,36 g / 100 g) ( **Da Silva et al.,2014**). Cette composition en acides gras diffère cependant de celle donnée par le département de l'agriculture des États-Unis (**USDA, 2011**) (Tableau °N04).

Les graines de chia contiennent en moyenne 40% de leur poids total sous forme d'huile. Leur huile contient près de 60 % d'acides gras insaturés oméga-3 (**Reyes-Caudillo ,2008**).

Les acides gras insaturés oméga-3 sont utiles dans la prévention et la gestion et le traitement de l'hyperlipidémie, hyperglycémie et hypertension (**Capitani et al.,2012 ; Toscano et al.,2014 ; Koh et al.,2015**). Les graines de chia contiennent une concentration plus élevée d'acide gras oméga-3 (63,8 %) par rapport aux graines de lin (57,5%) et à l'huile de poisson menhaden (1,5%). (**Ayerza ,2016**).

Tableau N°04 : Composition moyenne en acides gras des graines de chia (USDA, 2011)

Total des acides gras saturé (g /100g)	3.330g	Total des acides gras mono insaturé	2.309g	Total des acides gras polyinsaturés (g / 100g)	23.66	Acide gras Trans	0,14
14 :0	0.030	14 :1	0.030	18: 2 n-6	5,83	Cholestérol	0
15 :0	0.030	16 :1	0.029	18: 3	17,830	/	/
16 :0	2.170	17 :1	0.000	/	/	/	/
17 :0	0.063	18 :1	2.203	/	/	/	/
18 :0	0.912	20 :1	0.046	/	/	/	/
20 :0	0.093	/	/	/	/	/	/
22 :0	0.0320	/	/	/	/	/	/

#### I.4.4. Antioxydants

Les graines de chia sont riches en composés phénoliques présentant des propriétés antioxydantes qui confèrent une protection contre les maladies dégénératives telles que les maladies cardio-vasculaires, les cancers, le diabète et diverticulose (Guevara- Cruz et al.,2016). Les graines et l'huile de chia contiennent également plusieurs composés bioactifs, à savoir la quercétine, la myricétine, kaempférol, acide cholorgénique et dialdéhyde d'acide 3,4 dihydroxyphényléthanol-élénolique (DHPEA-EDA). Plusieurs essais in vitro ont confirmé que ces polyphénols possèdent une capacité antioxydante élevée et que leur présence est associée à des niveaux inférieurs d'autoxydation lipidique. Par conséquent, les graines de chia peuvent être utilisées comme ingrédient fonctionnel dans la formulation des produits pour des applications commerciales. Le tableau N°05 résume la teneur totale en phénol des graines de chia tel que rapporté dans différentes études de recherche (Capitani et al.,2012 ; Reyes-Caudillo et al.,2008 ; Da Silva Marineli et al.,2014 ; Alvarez-Chavez et al.,2008 ; Ixtaina et al.,2011 ; Martinez - Cruz et Parades-Lopez ,2014).

**Tableau N°05 : Teneur totale moyenne en phénol des graines de chia (Reyes-Caudillo et al., 2008 ; Coates et Ayerza, 2009)**

Graines de chia d'origine différente	Jalisco, (Mexique)	Sinaloa, (Mexique)	Graines de chia (Chili)
<b>Phénols totaux</b> (mg équivalent d'acide gallique / g)	0.92	0.88	0.94

### I.4.5. Vitamines et minéraux

Le chia s'est également révélé être une bonne source de plusieurs vitamines et minéraux, en particulier la niacine, le zinc, le calcium, phosphore et magnésium. Sa teneur en niacine est plus élevée que celle des autres céréales (maïs, soja et riz), tandis que la teneur en riboflavine et en thiamine est similaire à celle présente dans le maïs et le riz. Elle contient aussi six fois plus de calcium, onze fois plus de phosphore et quatre fois plus de potassium que 100 g de lait (Munoz et al., 2012).

**Tableau N°06 : Teneur moyenne en vitamines et minéraux des graines de chia (USDA, 2011).**

Vitamines (pour 100g)		Minéraux (pour 100g)	
Acide ascorbique (mg)	1.6	Calcium (mg)	631
Thiamine (mg)	0.62	Sodium (mg)	16
Riboflavine (mg)	0.17	Fer (mg)	7.72
Niacine (mg)	8.83	Magnésium (mg)	335
Vitamine A (mg)	54	Phosphore (mg)	860
Vitamine-E (mg)	0.50	Potassium (mg)	407

### I.5. Propriétés physico-chimiques

L'humidité influence considérablement la structure et les propriétés physiques des graines de chia. Cela a été étudié par plusieurs chercheurs. La teneur moyenne en humidité des graines blanches est de 7,2% tandis que celle des graines noires est de 6,6 %. Les graines blanches possèdent une densité apparente inférieure à celle des graines noires, qui pourrait être attribué à leur plus grande taille. La densité apparente signifie la capacité de stockage et de transport des graines (**Ixtainaa et al., 2008 ; Munoz, 2012**). Le tableau N°07 résume les propriétés physiques liées à la densité d'humidité des graines de chia noires et blanches.

**Tableau N°07** : Propriétés physiques dépendant de l'humidité des graines de chia noires et blanches.

Propriété physique	Graines noires	Graines blanches
Masse volumiques (g/ cm <sup>3</sup> )	0.772	0.667 g/ cm <sup>3</sup>
Vraie densité (g/ cm <sup>3</sup> )	1.009	0.999 g/ cm <sup>3</sup>
Porosité (%)	28.2%	33.1%

Les graines de chia ont la propriété unique de former une masse gélatineuse lorsqu'elles sont trempées dans l'eau. Cela est dû à la présence d'une grande quantité de mucilages.

### I.6. Bienfaits de graine de chia

Selon **Marineli et al. (2015)**, L'huile de chia alimenté à des rats obèses a induit l'expression de HSP70 et HSP25 dans le muscle squelettique .

D'après **Coorey et al. (2014)** qui ont enrichies l'alimentation de poules Isa Brown, avec les grains de chia, les résultats ont montré une teneur élevée en  $\omega$ -3. Les Œufs avec une teneur plus élevée en acides gras polyinsaturé oméga-3 peut présenter une anti-hypercholestérolémie lorsqu'il est consommé par l'être humains.

Selon l'enquête de **Jin et al. (2012)** sur 10 femmes utilisant 25 g de chia moulu par jour pendant sept semaines, une augmentation significative de l'ALA (**AL**anine **A**minotransférase) sérique et e concentrations d'EPA(**Ac**ide **E**icosa**P**entaénique).

D'après **Chicco et al. (2009)** qui ont rapporté le rôle de chia dans le maintien du l'homéostasie des lipides et du glucose dans le corps. Il y avait une réduction significative du tour de taille des individus en bonne santé après un mois de supplémentation en chia sans

changement de poids corporel qui peut être dû à une perte spécifique de masse grasse. Dans un traitement chronique, les graines de chia a réduit le viscéral, l'adiposité, et la résistance à l'insuline chez les rats diabétiques.

D'après **Vertommen et al. (2005)** qui ont étudié l'impact des graines de chia sur un groupe des rats atteints de dyslipidémie, Les résultats ont révélé une réduction considérable de l'adiposité viscérale, une diminution des triglycérides et de taux de cholestérol LDL.

Chez les individus sains, l'ingestion de chia (50 g / jour) pendant 30 jours d'expérience fait diminuer la tension artérielle diastolique qui est passé de 66,1 à 61,5 mm Hg avec une baisse significative de triglycérides sériques et aucun effet secondaire n'a été détecté.

### **I.7. Applications des graines de chia dans l'industrie alimentaire**

Les aliments fonctionnels ont gagné une énorme attention de jour en jour dans le monde entier en raison de la vague des changements de mode de vie sain, parce que de plus en plus le nombre des personnes souffrant de maladies cardiovasculaires (MCV), hypertension artérielle, obésité, diabète et autres maladies apparentées augmente. Ces conditions sont généralement dues au mode de vie inactif et mauvaise alimentation (**Ayerza et Coates, 2002**).

La gomme de chia était utilisée comme applications alimentaires et industrielles grâce à sa richesse en fibres alimentaires. Il agit non seulement une fonctionnalité physiologique et un effet bénéfique sur la santé humaine mais également une fonctionnalité technologique qui dépend fortement de sa propriétés d'hydratation.

La gomme de chia était utilisée dans les industries alimentaires pour améliorer les paramètres physiques des produits comme la viscosité, stabilité, texture et consistance grâce à son bon fonctionnement propriétés telles que la capacité de rétention d'eau et d'absorption, solubilité, gonflement, viscosité et gélification (**Capitani et al.,2015**).

La graine de chia est utilisée comme huile saine pour les humains et les animaux. Il est utilisé dans l'huile de cuisson, confiseries et compléments.

En 2000 les directives américaines recommandent l'utilisation de la graine de chia dans le régime alimentaire ne dépassant pas 48 g / jour, il est couramment consommé dans les salades sous forme de germes, de boissons et de vinaigrette (**Ali et al.,2012**).

Le mucilage de chia est potentiellement utilisé dans les industries alimentaires car il contient une excellente capacité de stabilisation et d'épaississement, il a montré une plus grande stabilité d'émulsion que la gomme de guar et de gélatine disponibles dans le

commerce. Par conséquent, il peut être utilisé dans les produits de boulangerie, les boissons en poudre, le yaourt, la glace crème, sauces et crèmes (**Chavan et al.,2017**).

Selon **Bornéo et al. (2010)** la graine de chia est utilisée différemment : comme complément nutritionnel et comme ingrédient dans barres de céréales, biscuits, pâtes, pain, snacks et yaourts, parmi d'autres qui incluent leur utilisation même dans les formulations de gâteaux en divers pays comme le Mexique, l'Argentine, le Chili, le Nouveau Zélande, Japon, États-Unis, Canada et Australie.

Selon **Munoz et al. (2012)** les graines de chia étaient largement utilisées dans les industries alimentaires en raison de leur propriété de mucilage sous forme de fibres solubles. La plante de chia n'est pas attaquée par les insectes car elle contient des composés qui lui offrent une protection, ces derniers sont des huiles essentielles qui peuvent être extraites des feuilles avec des composants comme le  $\beta$ -caryophyllène, le globulol, le  $\gamma$ -muroloène, le  $\beta$ -pinène,  $\alpha$ -humolène et widdrol qui agissent comme répulsifs contre les insectes (**Mohid et al., 2013**).



***Chapitre II***  
***Généralité sur le yaourt***

### II.1. Historique

Les laits fermentés sont largement produits dans de nombreux pays. Ce procédé est l'un des plus vieux utilisés pour augmenter la durée de conservation. Il a été pratiqué par l'être humain depuis des milliers d'années. L'origine exacte de la fabrication des laits fermentés est difficile à établir mais il est raisonnable de supposer que cela pourrait dater de plus de 10000 ans (**Tamine, 2002 ; Tamine et al., 2011**).

Leur présence est attestée au cours de l'histoire à de nombreuses reprises mais ce n'est qu'en 1925 que les mots « yaourt », ou « yoghourt » ont fait leur entrée officielle dans le dictionnaire français. Le premier terme, que nous utiliserons dans la suite, est d'origine grecque, l'autre d'origine turque (yoghourt). Ce yaourt est souvent perçu comme une invention d'Asie Centrale, mais ses origines sont probablement multiples (**Bourlioux et al.**)

### II.2. Définition de yaourt

Le yaourt est un « produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait (pasteurisé, concentré, partiellement écrémé enrichi en extrait sec) » (**FAO, 1975**). Les bactéries dans le produit fini doivent être vivantes et présentes en abondance. Les produits traités thermiquement après fermentation ne s'appellent donc pas yaourt. Les modalités de conservation (durée, température de stockage) sont définies très précisément. Ces produits doivent notamment être maintenus jusqu'à leur consommation à une température comprise entre 0 et 6°C pour que les bactéries lactiques restent vivantes (**Syndifrais, 1997**)

### II.3. Différents types de yaourts

#### II.3.1. Yaourt ferme (dit aussi en pot, étuvé ou traditionnel)

Le laitensemencé à bonne température est rapidement réparti en pots (en verre, en carton paraffiné, en matière plastique) d'une contenance habituelle de 12,5 cl. Dans le cas des yaourts sucrés, aromatisés, aux fruits, à la confiture, etc., l'apport des additifs se fait avant ou après le remplissage des pots.

Après le capsulage (aluminium, carton paraffiné), les pots sont placés dans une étuve (à air chaud) ou parfois au bain-marie pour permettre la fermentation. L'acidification dépend de la température et de la durée d'incubation. La température choisie (entre 42 et 46 °C) est

maintenue constante. Il est important qu'elle soit homogène en tous les points de l'étuve de façon à ce que la fermentation soit régulière.

L'incubation dure environ de 2 à 3 heures. Les pots sont maintenus dans l'étuve jusqu'à l'obtention d'une acidité de 0,75 (au minimum) à 1% environ d'acide lactique, soit 75 à 100 degré Dornic. A ce moment, le caillé doit être ferme, lisse et sans exsudation de sérum.

Les pots sont alors immédiatement sortis de l'étuve, refroidis le plus rapidement possible à la température de +4 à +5 °C. Ce refroidissement a pour but d'arrêter l'acidification par inhibition des bactéries lactiques, il se fait en chambre froide bien ventilée ou en tunnel de réfrigération. Les pots sont ensuite stockés à +2, +4 °C pendant 12 à 24 heures de façon à augmenter la consistance sous l'action du froid et de l'hydratation des protéines (FAO ,1995).

### II.3.2. Yaourt brassé

Le laitensemencé est maintenu en cuve ou en tank à la même température que dans le cas des pots (entre 42 et 46 °C) jusqu'à obtention de l'acidité voulue. Celle-ci est souvent un peu plus élevée que pour le yaourt ferme : de 1 à 1,2 pour cent d'acide lactique, soit 100 à 120 °Dornic. On procède alors au découpage et au brassage du caillé par l'agitation mécanique à l'aide d'un brasseur à turbine ou à hélice; ce gel passe à travers un tamis afin d'homogénéiser à basse pression.

Ce traitement a pour but de rendre le caillé onctueux. Il doit être réalisé avec précaution. Si le brassage est trop violent et s'il s'accompagne d'une incorporation excessive d'air, il peut se produire une séparation du sérum. Si la dilacération du coagulum est insuffisante, le produit risque de devenir ultérieurement trop épais.

Le brassage terminé, le caillé est immédiatement et rapidement refroidi à une température inférieure à 10 °C. La réfrigération dans la cuve ou le tank se faisant trop lentement et pouvant provoquer une sur acidification (sauf dans le cas de très petites capacités), celle-ci est réalisée par passage dans un échangeur-réfrigérant à plaques ou tubulaire ou à surface raclée.

Le yaourt est ensuite conditionné en pots et conservé à +2,+4 °C. L'addition éventuelle d'arômes, de pulpes de fruits, etc., se fait au moment du remplissage des pots. L'addition du sucre peut se faire avant incubation, à condition de ne pas dépasser 6% afin de ne pas ralentir

la fermentation. Pour conserver au yaourt brassé sa consistance semi-liquide, le mélange d'additifs (fruits + sucre) ne doit pas dépasser 15% (FAO ,1995).

### II.3.3. Yaourt à boire

Il s'agit d'un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui l'assimile à une boisson. Sa fluidité est obtenue par une diminution de la teneur en matière sèche. Le brassage fait par passage à l'homogénéisateur sous pression inférieure à 50 atmosphères donne une viscosité inférieure d'environ 50% à celle obtenue par brassage mécanique. Il peut être nature ou aromatisé (FAO, 1995).

## II.4. Les bactéries lactiques

### II.4.1. Caractéristiques générales

Les bactéries lactiques sont des cellules vivantes, procaryotes, gram-positives, hétérotrophes et chimio-organotrophes. Elles sont le plus souvent immobiles, jamais sporulées, catalase négative, oxydase négative, anaérobies facultatives, micro aérophiles (Tailliez, 2001). Les bactéries lactiques encore appelées bactéries de l'acide lactique sont caractérisées par leur aptitude à fermenter les glucides en produisant de l'acide lactique.

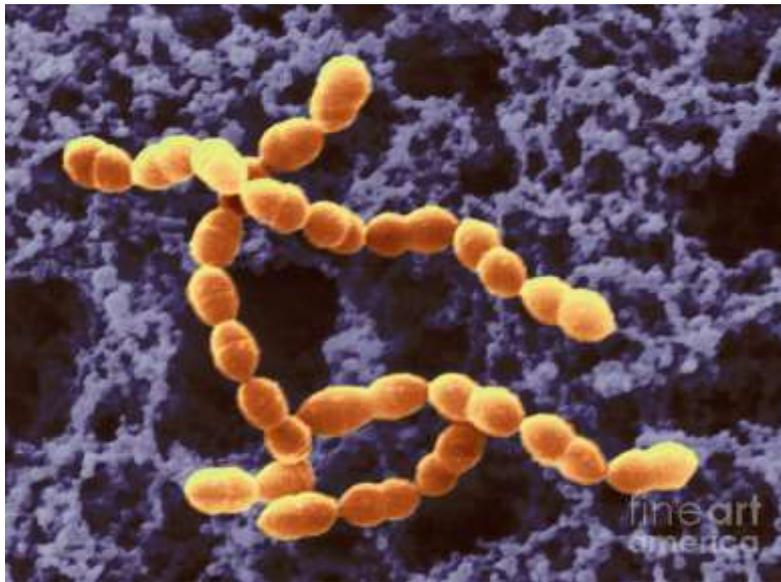
Les bactéries lactiques sont dites homofermentaires lorsque l'acide lactique est le seul produit formé ; par contre elles sont hétérofermentaires lorsque d'autres composés comme l'éthanol et le CO<sub>2</sub> sont produits en même temps. Les bactéries lactiques sont des microorganismes anaérobies qui tolèrent l'oxygène dans une certaine mesure. L'oxygène affecte leur métabolisme mais aussi leur croissance, leur survie et l'intégrité de leur ADN. Les bactéries lactiques possèdent deux types d'oxydases à NADH, ces enzymes catalysent la réduction d'O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ou d'O<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O. Les bactéries lactiques regroupent un ensemble d'espèces hétérogènes dont le trait commun est la production d'acide lactique. Elles appartiennent à divers genres comme *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Alloicoccus* et *Carnobacterium*. Elles interviennent dans l'industrie laitière et dans la fermentation de nombreux autres produits alimentaires : saumurage des légumes, boulangerie, fabrication du vin, saurissage des poissons, des viandes et des salaisons, etc. Elles contribuent à la texture, à la saveur des aliments et à la production des composés aromatiques (savadogo et traore, 2011)

#### II.4.2. Le genre *Streptococcus*

*Les streptocoques* sont des Cocci à Gram positif non mobiles, appartenant à la famille des *Streptococcaceae*. Actuellement, 66 espèces et 12 sous-espèces sont reconnues comme membres du genre *Streptococcus*.

*Streptococcus thermophilus* est perçue comme une bactérie alimentaire qui a récemment émergée et qui a évolué à partir d'un ancêtre commensal par la perte et le gain de fonctions (Delorme et al.,2010).

*Streptococcus thermophilus* est une bactérie lactique d'importance économique majeure provenant des produits laitiers. Cette espèce est généralement reconnue comme sûre pour les produits alimentaires et le statut de présomption d'innocuité reconnue en Europe lui a été accordé. Elle est historiquement largement utilisée pour la fabrication de yaourt et de fromage en association avec d'autres bactéries lactiques tels que *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* et *Lactococcus lactis* (Hols et al., 2005).



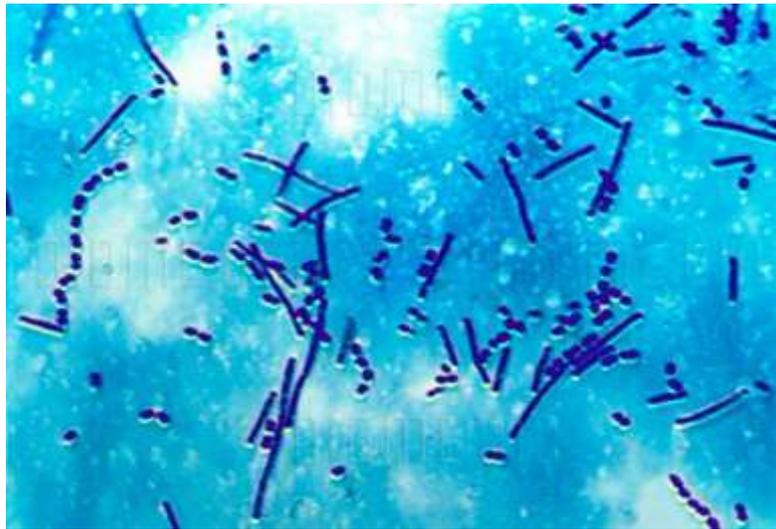
**Figure N°02 :** aspects des cellules *streptococcus thermophilus* sous microscope électronique  
(Anonyme2)

#### II.4.3. Le genre *Lactobacillus bulgaricus*

*Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* est un bacille gram positif, immobile, asporulé, micro aérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chainettes, il possède un

métabolisme strictement homofermentaire et produit l'acide D-lactique à partir des hexoses, il est incapable de fermenter les pentoses (Axelsson, 1998).

*Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium. Elle se développe bien à la température de 45 à 50°C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 % (pH voisin de 4,5), voire 2,7 % d'acide lactique (pH 3,8 à 3,6) (FAO, 1995).



**Figure N°03** : aspects des cellules *lactobacillus bulgaricus* sous microscope électronique  
(Anonyme3)

### II.5. Cycle de fabrication de yaourt

#### II.5.1. Matière première

La matière première du yaourt est le lait, comme pour tous les produits laitiers. Le traitement de cette matière première entre donc dans le cycle de fabrication du yaourt. Le lait nécessaire à la fabrication du yaourt est collecté dans des fermes laitières, où les vaches sont élevées et traitées, en respectant des règles d'hygiène strictes. Le lait ainsi collecté par camions - citernes isothermes prend ensuite la direction de laiterie, où il sera analysé pour vérifier sa qualité (fauché, 2015).

#### II.5.2. Concentration

La consistance et la viscosité du yaourt sont pour une grande partie sous la dépendance de la matière sèche du lait. La graisse confère de l'onctuosité, masque l'acidité et améliore la saveur. Les protéines améliorent la texture et masquent aussi l'acidité. Selon le Code des

principes **FAO/ OMS**, la teneur minimale en matière sèche laitière non grasse est de 8,2% (en poids) quelle que soit la teneur en matière grasse (**norme N°A- 1 1 (a), 1975**).

En pratique, les teneurs en matière sèche laitière pour le yaourt au lait entier ou partiellement écrémé se situent entre 14 et 16 % (en poids), avec des valeurs extrêmes de 12 à 20%. Dans le cas du yaourt écrémé, les teneurs en matière sèche sont de l'ordre de 10 à 11% (en poids).

### II.5.3. Traitement thermique

La préparation du lait terminée, celui-ci est soumis sans attendre à un traitement thermique. Il a pour but :

✓ Détruire les micro-organismes pathogènes pouvant être présents et la plus grande partie de la flore banale. Il permet aussi la suppression éventuelle d'inhibiteurs naturels et la stimulation des bactéries par l'apparition de facteurs de croissance.

✓ dénaturer une partie importante des protéines solubles, ce qui a pour conséquence d'augmenter la capacité de rétention d'eau du yaourt et de permettre à ces protéines de se fixer sur la caséine. Ce double phénomène modifie les propriétés rhéologiques du coagulum acidifié : le caillé est plus ferme, la tendance à l'expulsion de sérum au cours du stockage est réduite (notamment quand le produit est conservé à température trop élevée), le yaourt brassé est plus homogène et visqueux.

Il faut dénaturer au moins 80 % des protéines solubles, ce qui permet de multiplier par trois la capacité de rétention d'eau. Ce résultat est obtenu par des combinaisons temps/température appropriées. Dans les petites entreprises où le chauffage est réalisé de façon discontinue en cuves, celui-ci peut se faire pendant 30 minutes à 85 °C ou 10 minutes à 90 ou 92 °C. Dans celles disposant d'une installation de pasteurisation continue, un chauffage de 3 à 5 minutes à 92 ou 95 °C donne généralement satisfaction.

La stérilisation UHT peut remplacer la pasteurisation. Le traitement se fait pendant quelques secondes (de 3 à 4) à 135-140 °C, soit par injection directe de vapeur, soit par chauffage indirect à l'aide d'échangeurs tubulaires ou à plaques.

Lorsque les laits ont été stockés au froid ou/et contiennent des substances à odeurs désagréables, il est recommandé de compléter le traitement thermique par leur désaération (**FAO, 1995**).

### II.5.4. Homogénéisation

Elle est généralement combinée avec le traitement thermique. Il s'agit d'une opération complexe dans laquelle le rôle des différents facteurs (matériel, température, pression d'homogénéisation, nature et état du produit) n'est pas clairement expliqué.

Certains la pratiquent à la température de 50 à 60 °C avec une pression d'homogénéisation de 150 à 200 atmosphères. Il semble maintenant qu'on préfère des températures de 85 à 90 °C avec des pressions proches de 250 atmosphères.

L'opération peut se faire avant la pasteurisation (ou la stérilisation) proprement dite, dès que la température voulue est atteinte ou après le traitement thermique. Dans ce dernier cas, la consistance du yaourt semble meilleure, mais les risques de recontamination sont à craindre (FAO ,1995).

### II.5.5. Ensemencement

Immédiatement après le traitement chauffage homogénéisation, le lait est refroidi à la température de fermentation, mis en cuve etensemencé. L'incubation se fait à l'aide d'un levain comprenant exclusivement une ou plusieurs souches de chacune des bactéries spécifiques du yaourt: *Streptococcus salivarius, subsp. Thermophilus, et Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus.*

Dans le cas des petites fabrications traditionnelles familiales ou artisanales, l'ensemencement se fait à l'aide d'un yaourt fait le jour précédent ou acheté dans le commerce à raison d'une cuillerée à soupe par litre de lait.

Habituellement, on utilise une culture fournie par un laboratoire spécialisé sous forme liquide, Lyophilisée ou congelée. Le lait, amené à une température généralement voisine de 45 °C (entre 42 et 46 °C), estensemencé. Une bonne agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène le mélange lait ferment. Dans les usines importantes, l'ensemencement se fait en continu. La Température optimale de développement du *streptocoque* est de 42-45 °C celle du *lactobacille* de 47-50 °C.

Selon les régions, les consommateurs préfèrent des yaourts plus ou moins acides et plus ou moins aromatiques. Les caractères recherchés dépendent des souches utilisées et de la

température d'incubation. En abaissant celle-ci de 1 à 3 °C (44-42 °C), on favorise le *streptocoque* et donc la production d'arôme. En l'augmentant légèrement (45-46 °C), on favorise le *lactobacille* et donc la production d'acide.

C'est après l'ensemencement que se différencient les procédés de fabrication des yaourts ferme et brassé (FAO, 1995).

### II.5.6. Conservation des yaourts

Préparés selon une technologie rigoureuse et dans des conditions hygiéniques strictes, ces produits peuvent se conserver environ 3 semaines sous réserve d'être maintenus au froid. Au cours de la commercialisation, la température ne doit pas excéder 8 °C. Dans les pays où la chaîne du froid du fabricant au consommateur n'existe pas, les délais de distribution et de consommation doivent être beaucoup plus courts.

Si le maintien des yaourts au froid empêche la multiplication bactérienne, il n'arrête pas complètement leur activité métabolique, bien que lente, la production d'acide lactique se poursuit, des enzymes hydrolysent les protéines avec comme conséquences une diminution de la fermeté et de la viscosité et l'apparition de peptides à goût amer. Pour ces raisons, on procède parfois, quand la réglementation le permet, à un traitement thermique après la fermentation

Dans de nombreux pays, pour avoir droit à la dénomination «yaourt» le produit doit, au moment de la vente, contenir des bactéries spécifiques vivantes en nombre important ; un nombre minimum peut être fixé, par exemple 100 millions par millilitre (FAO, 1995).

### II.6. Rôles bénéfiques des bactéries lactiques sur la santé humaine

Ver 1908, C'est vraisemblablement Metchnikoff, le premier qui a suggéré d'utiliser les laits fermentés contenant une souche de *lactobacilles*, capables de vivre dans le tractus intestinal, comme composants d'une alimentation utile à la santé humaine. Le zoologiste microbiologiste Ukrainien Iliia Ilitch (1845-1916) a mis en rapport la longévité de certains peuples, dont les Bulgares et la protection de l'organisme contre plusieurs maladies par consommation de laits fermentés et ainsi l'ingestion de grandes quantités de bactéries lactiques. Pour que les bactéries lactiques puissent avoir un rôle bénéfique sur la santé humaine, il faut qu'elles gardent une certaine activité, voire une viabilité lors du transit

intestinal. Ainsi, les bactéries elles-mêmes ou les enzymes doivent pouvoir passer sans dommage irréversible la barrière acide de l'estomac, puis l'effet inhibiteur éventuel des sels biliaires.

Actuellement ce sont le yaourt et ses ferments vivants (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*) et les laits fermentés contenant des bifidobactéries (Tamime et al., 1995) et *Lactobacillus acidophilus* ou *Lactobacillus casei* qui ont fait l'objet des recherches les plus approfondies. Les bactéries lactiques peuvent prévenir les maladies gastro-intestinales, les diarrhées (Marteau et al., 1998). Guandalini et ses collaborateurs en 2000 ont obtenu une guérison rapide des diarrhées à rota virus de 287 enfants âgés de 1 à 36 mois administrés avec *Lactobacillus rhamnosus GG* comparés à ceux qui avaient reçu un placebo.

### II.6.1. Effets sur le transit et sur la flore intestinale

Souvent, les laits acidifiés ou le yaourt sont utilisés pour lutter contre les diarrhées, notamment chez les jeunes enfants, L'ingestion de ferments lactiques peut contrer les effets d'une prolifération de certaines souches pathogènes d'*Escherichia coli* par divers mécanismes parmi ces derniers :

- ✓ Production de substances (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, acides lactique et acétique) directement inhibitrices de *E. coli*.
- ✓ Abaissement du pH par les acides produits.
- ✓ Fixation sur le tube digestif empêchant la colonisation de pathogènes, ou effet barrière par compétition métabolique s'il n'y a pas d'attachement.

*Lactobacillus bulgaricus* ne s'implante pas dans le tube, En revanche, *Streptococcus thermophilus*, et surtout *Lactobacillus acidophilus*, survivent beaucoup mieux dans l'intestin.

### II.6.2. Amélioration de l'intolérance au lactose et de la digestion du lactose

L'apparition de symptômes digestifs après ingestion de lait peut être liée au lactose notamment par l'incapacité de le digérer par manque de lactase de la muqueuse intestinale. Il a été clairement démontré que le yaourt permet l'absorption du lactose chez les sujets déficients en lactase et qu'il améliore les symptômes digestifs d'intolérance au lactose.

Il faut noter que ces effets bénéfiques disparaissent lorsque le yaourt a subi un traitement thermique. La production d'acide lactique, la lipolyse et la protéolyse effectuées

par les bactéries lactiques stimuleraient la digestion des aliments. L'intolérance au lactose observée chez certaines personnes peut être combattue par l'utilisation des laits fermentés comme le yaourt dans lequel le lactose est dégradé en acide lactique mais aussi à cause de l'apport en  $\beta$ -galactosidase.

### II.6.3. Activité hypocholestérolémiant

Trois observations principales expliquent l'activité hypocholestérolémiant des

Probiotiques :

a) La première observation date de 1974, lorsque **Mann et Spoerry (1974)** démontrèrent que chez les tribus Masai, qui pratiquent l'élevage du bétail, le taux bas de cholestérol dans le sang s'explique par la consommation journalière de lait fermenté par des souches sauvages de bactéries lactiques.

b) La deuxième observation est celle de **Eyssen (1973)** qui a montré par des expériences menées sur des animaux « axéniques » que la microflore intestinale a un effet direct sur la teneur en cholestérol du sang.

c) La troisième observation est de **Gilliland (1985)** qui a montré que certaines souches de bactéries lactiques ont la capacité d'assimiler le cholestérol. En effet, certaines bactéries lactiques inhiberaient la conversion de l'acétate en cholestérol. L'ingestion de *Lactobacillus bulgaricus acidophilus* diminue le taux de cholestérol dans le sérum sanguin de la rate.

### II.6.4. Action anti carcinogène et action sur le système immunitaire

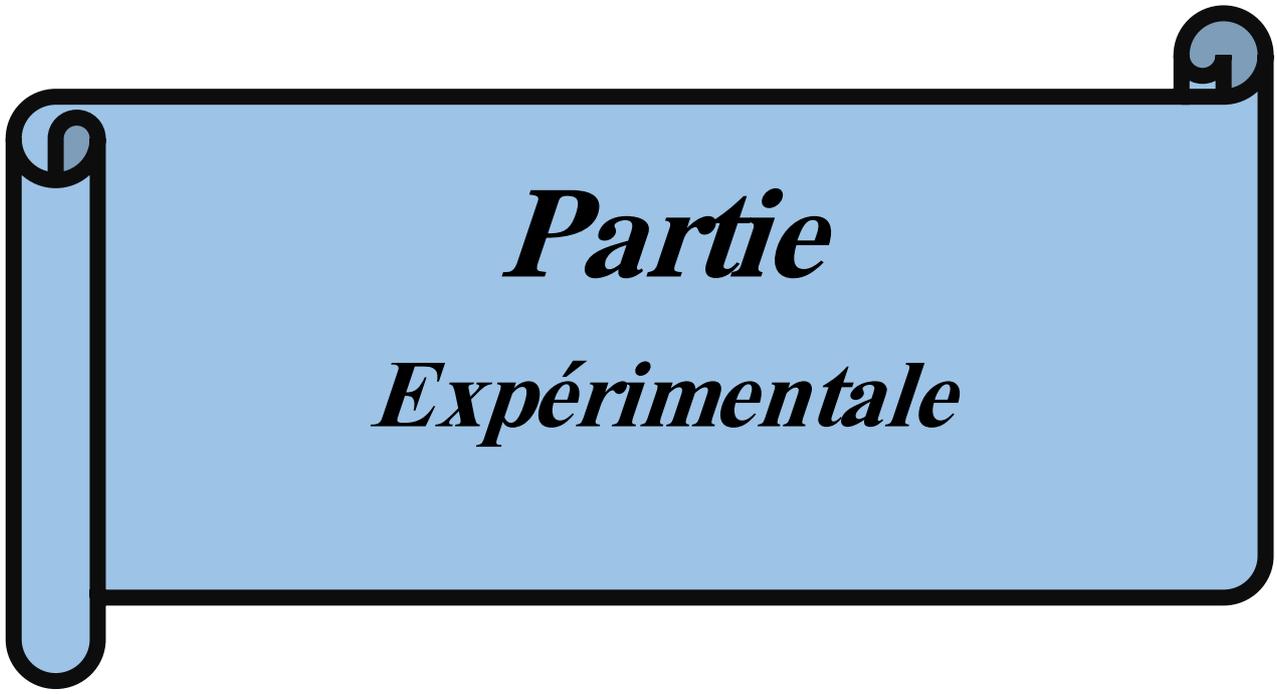
Plusieurs études ont démontré que les EPS(Exophospho PolySaccharide )ont une activité anti-cancérogène. (**Kitazawa et al., 1991**) ont postulé que l'EPS produit par *Lactococcus lactis ssp* est responsable d'un effet anti-tumoral de cette souche. Dans une étude subséquente, **Kitazawa et ses collaborateurs (1996)** ont attribué à un exophosphopolysaccharide produit par cette souche une activation des macrophages et l'induction de la production de cytokine.

### II.6.5. Les prébiotiques et probiotiques

Les probiotiques sont des microorganismes ingérés vivants capables d'exercer des effets bénéfiques sur leur hôte. Il s'agit le plus souvent de bactéries ou de levures présentes soit dans les aliments notamment les produits laitiers fermentés, soit dans des médicaments et volontiers sous forme lyophilisées (**Marteau, 1998**). Les genres bactériens les plus utilisés

sont *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Entérocoques* et *Saccharomyces*. Les prébiotiques sont des ingrédients alimentaires non digestibles qui ont des effets bénéfiques sur leur hôte en stimulant de façon sélective la croissance et/ou l'activité d'une ou plusieurs bactéries présentes dans le côlon. Les prébiotiques favorisent le développement des probiotiques dans l'intestin.

Les critères de sélection des bactéries pour la constitution des probiotiques sont : non cariogénique, non pathogène, résistante aux enzymes digestives buccales et gastriques, au pH acide de l'estomac aux sels biliaires.



***Partie***  
***Expérimentale***



***Chapitre III***

***Matériel et méthodes***



- **Présentation du lieu de stage**

La Laiterie et fromagerie de Boudouaou appartient de l'office régional du lait et des produits laitiers du centre (Orlac) et a commencé sa production en 1978. Elle est située à l'entrée de la ville de Boudouaou dans la wilaya de Boumerdes et assure la production du lait de consommation, et la poudre du lait, des fromages dont le fromage fondu pasteurisé, fromage fondu stérilisé et le fromage à pâte pressé non cuit de type EDAM. L'unité est composée de la laiterie, de la fromagerie, des caves d'affinage, des locaux de stockage de la matière première et de l'emballage, du bâtiment administratif, des locaux de services généraux et sociaux, d'un laboratoire d'analyse et de contrôle et enfin, d'une station d'épuration des eaux. Un effectif de 445 personnes est employé dans cette usine.

Elle assure la production de :

- ✓ Lait de consommation : lait pasteurisé conditionné en sachets de polyéthylène de 1 litre.
- ✓ Lait en poudre instantané en sachet de 10 g, 19g et 200g.
- ✓ Les fromages : Fromage fondu pasteurisé conditionné en portions et commercialisé en boîtes de seize (16) portions soit 240g.



- ✓ Fromage fondu stérilisé conditionné dans des boites métalliques rondes de 200g.
- ✓ Fromage fondu pasteurisé en barre de 1 kg.
- ✓ Fromage de type EDAM en forme de boule paraffiné rouge.
- ✓ Yaourt aromatisé et brasé succursale Rouïba.

### III.1. Matériel biologique

#### III.1.1 Grains de chia

Les graines de chia sont récupérées auprès d'Al Attar le 22-04-2021 au niveau de la commune de Lakhdaria wilaya de Bouira, par la suite elles sont filtrées de toutes les impuretés puis pasteurisées en utilisant un bain marie (15min à 75°C), enfin elles sont conditionnées dans un milieu sec jusqu'à leur utilisation.

#### III.1.2 Matière première

Pour la fabrication de yaourt au niveau de laboratoire d'unité LFB, nous avons utilisé :

- ✓ Deux litres de lait pasteurisé.
- ✓ 100g de poudre de laits 0 % de matière grasse.
- ✓ 180g de sucre.
- ✓ 8ml de Levin.

### III.2. Matériel utilisé

#### III.2.1. Verreries et appareillages

Les verreries utilisées dans laboratoire sont :

Boîtes de Pétri, pipettes graduées, tubes à essai, erlenmeyers, lames porte-objets, béchers, spatules et tubes à hémolyse.

Les appareils utilisés sont :

Étuves, réfrigérateur, balance électronique, pH-mètre, centrifugeuse

#### III.2.2. Réactifs et milieux de cultures

Les réactifs utilisés et les milieux de culture sont mentionnés dans le tableau ci-dessous:

**Tableau N°08 :** Milieux de culture ou réactifs utilisés en fonction des germes ou paramètres recherchés.

Réactifs et milieux de cultures	Germe ou paramètres recherchées
Paired Parcker	Staphylococcus
BLPC	Entérocoques
L'eau pitonnée, SFB, milieu sélectif hecktoen	Salmonelles
NaOH	Acidité titrable

**III.3. Fabrication de yaourt au niveau de laboratoire**

✓ Dans une casserole stérile ajouté le lait, le sucre, et la poudre de lait et complété avec de l'eau jusqu'à ce que la poudre se dissout.



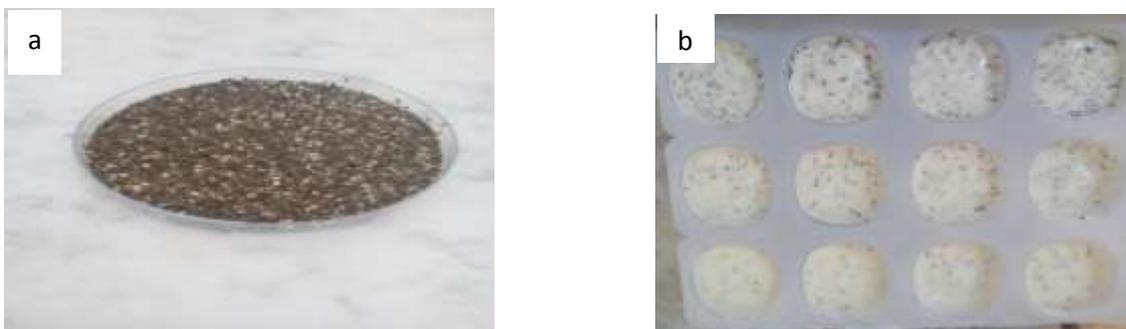
**Figure N°04 :** Photographies de : a) Mesure de sucre, b) Mesure de poudre de lait 0% MG et c) Lait pasteurisé

✓ Faire bouillir le lait jusqu'à une température 90°C afin d'obtenir la température de pasteurisation et éliminé les germe pathogène.



**Figure N°05:** Photographie de l'étape de pasteurisation

- ✓ Laisser refroidir jusqu'à l'arriver à une température de 45°C.
- ✓ Ajoutez les ferments (8ml de Levin).
- ✓ Laissez fermenter à l'étuve à 44°C pendant 4 heures.
- ✓ Laisser refroidir à 6°C.
- ✓ Avec une cuiller stérile brasser le yaourt 3 à 10 min afin d'homogénéiser le produit
- ✓ Ajouter les graines de chia respectivement 1%, 2%, 3% (un échantillon témoin sans graine a été préparé dans les même conditions)



**Figure N°06 :** a) Graines de chia, b) Enrichissement de yaourt

- ✓ Laissez refroidir à 4°C pendant 24 heures

### III.4. Analyses physico-chimiques de produit fini

Les analyses physico-chimique ont pour objectif de contrôler les produits finis en précisent le pH, la MG et l'acidité afin d'assuré que le produit fini répond aux normes algérienne.

#### III.4.1.Mesure de PH

##### ✓ Définition

Le pH mesure l'activité chimique des ions H<sup>+</sup> en solution notamment en solution aqueuse, ces ions sont présents sous la forme de l'ion oxonium. Il mesure aussi l'acidité ou la basicité d'une solution. (Amrouche et Salemcherif, 2014).

##### ✓ Principe

Il consiste à décrire la mesure électrométrie du pH (acidité ionique) d'une solution de yaourt (Amagirllo, 1986).

### ✓ Mode opératoire

L'opération consiste à introduire l'électrode, dans la solution de yaourt en réglant le correcteur de température.

### ✓ Expression des résultats

La valeur du pH est lue directement sur l'échelle graduée du pH mètre (**Amagirllo ,1986**).

### III.4.2.Détermination de la teneur en matière grasse (MG)

#### ✓ Définition

La matière grasse est un composant naturellement présent dans de nombreux aliments et constitue une part essentielle de notre alimentation. Elle correspond au pourcentage en masse de lipides exprimé en gramme de produit (**Amroche et Salemcherif ,2014**).

#### ✓ Principe

Il est basé sur la dissolution de la caséine du lait excepté la matière grasse par addition d'acide sulfurique ( $d=1.525$ ) et la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre, la séparation étant favorisée par l'addition d'une quantité d'alcool iso amylique (**Amagirllo, 1986**).

#### ✓ Mode opératoire

Peser 15g de yaourt, Ajoutez 15 ml d'eau.

Dans un butyromètre verser 11 ml de la solution et ajouter 10ml d'acide sulfuriques et 1ml d'alcool iso-amylque.

#### ✓ Expression des résultats

Le résultat est obtenu par lecture directe en gramme de matière grasse.

Il se fait grâce l'échelle gradué du butyromètre où la matière grasse se sépare et flotte à l'extrémité de la colonne.

Le teneur en matière grasse de lait est noté :

$$MG\% = B-A$$

**A** : Représente la lecture à l'extrémité inférieure de la colonne de MG

**B** : Représente la lecture à l'extrémité supérieure de la colonne de MG

### III.4.3. Détermination de l'acidité titrable

#### ✓ Principe

Le principe est basé sur la titration de l'acidité par une solution alcaline NaOH 0,9 N en présence d'un indicateur de pH (phénolphtaléine) (Amagirllo, 1986).

#### ✓ Mode opératoire

Faire introduire 15g de yaourt dans un bécher, ajouter 15ml d'eau, à partir de cette dilution en prendre 10ml, ajouter 0.5ml de l'indicateur du pH (phénolphtaléine), enfin, nous avons titrer la solution avec l'hydroxyde de solution NaOH jusqu'à l'apparition d'une couleur rose claire (Amagirllo, 1986).

#### ✓ Expression des résultats

La lecture se fait directement en lisant le volume de NaOH titré par la burette multiplier par 10.

### III.5. Analyses microbiologique

#### III.5.1. Préparation de la solution mère

On introduit aseptiquement la quantité nécessaire du yaourt à analyser dans un flacon stérile, nous avons rajouté à l'aide d'une éprouvette graduée stérile le volume d'eau physiologique pour obtenir la dilution voulue V de la solution initiale dont  $V = X.9$

Après homogénéisation sur un agitateur électromagnétique. Une série de dilutions de la solution mère initiale a été préparée en introduisant aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile 1ml (20 gouttes) de la solution mère déjà préparée dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique, afin d'obtenir ainsi une dilution de 1/10 et ainsi de suite

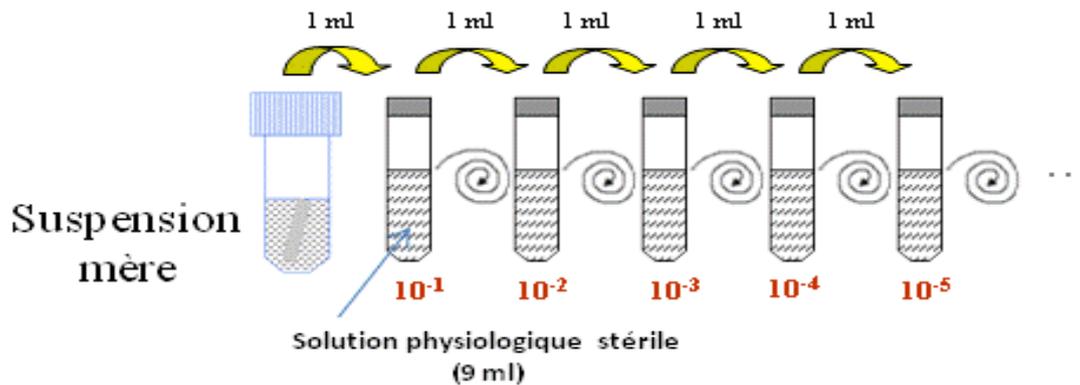


Figure N°7 : Préparation de la solution mère.

### III.5.2. Recherche et dénombrement des germes

#### III.5.2.1. Recherche et dénombrement des Staphylocoques

##### ✓ Définition

Les *staphylocoques* appartiennent au *micrococcaceae*, ce sont des cocci à Gram (+), non sporulés, immobiles, ils sont catalases (+), et ont un métabolisme respiratoire fermentatif, phosphatase (+), ce sont des aéro-anaérobies facultatifs, et pathogène.

##### ✓ Principe

Le dénombrement des *staphylocoques* nécessite l'utilisation du milieu Baird Parcker, qui contient du jaune d'œuf, ce dernier contient du tellurite de potassium qui est un agent sélectif et indicateur de réduction (noircissement des colonies) (Joffin et Joffin, 1999).

##### ✓ Mode opératoire

#### Préparation du milieu

Dans des boîtes de pétri, nous avons étalé la gélose Baird Parcker précédemment fondu. Les boîtes sont ensuite laissées refroidir et solidifier dans une zone stérile.

##### ✓ Ensemencement

Après solidification du milieu. 0,1 ml de la solution  $10^{-1}$  sont étalées à l'aide d'une pipette pasteur transformée en râteau sur toute la surface de la boîte. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures (Fauchere, 1976).

##### ✓ Lecture

Les résultats sont positifs lorsque les boîtes contiennent des colonies caractéristiques à savoir des colonies noires, brillantes, bombées et entourées d'une zone opaque et d'un halo clair.

#### III.5.2.2. Recherche et dénombrement des Salmonelles

### ✓ Définition

Les salmonelles appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*, se sont des bactéries Gram(-), anaérobies facultatifs, sont des nitrates (+), fermentent le glucose avec production de gaz, H<sub>2</sub>S +, lactose(-) et se développent à une température entre 5 à 47°C.

### ✓ Mode opératoire

**Pré enrichissement :** En milieu non sélectif liquide (BLMT), nous avons ensemencé la prise d'essai de 1 ml de la solution mère dans 10 ml du milieu. Après homogénéisation, nous avons incubé à 37 °C pendant 24h.

**Enrichissement :** Repiquer 1 ml de la culture obtenue, dans 10 ml de milieu au SFB et incubé 24 h à 37°C.

**Isolement :** A partir de chacun des enrichissements précédents, effectuer des isolements sur le milieu sélectif Hektoen. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 heures (**Fauchere ,1976**).

### ✓ Lecture

Le résultat positif se traduit par l'apparition des colonies caractéristiques Bleu-verdâtre avec ou sans centre noire, de 2 à 4mm de diamètre (**Joffin et Joffin, 1999**).

### III.5.2.3.Recherche et dénombrement des entérocoques

Le nom d'entérobactéries a été donné parce que ces bactéries sont en général des hôtes normaux ou pathologiques, du tube digestif de l'homme et des animaux. Elles semblent plus spécifiquement adaptées à l'homme ou l'animal ; certains sont responsables d'infections humaines parfois sévères (fièvre typhoïde, dysenterie bacillaire, peste). D'autres groupes pourtant prolifèrent en abondance dans l'environnement (sol-eaux).

### ✓ Principe

Les *entérobactéries* poussent facilement sur les milieux usuels en 24h à 37°C en aérobiose et en anaérobiose. Leurs exigences nutritionnelles sont, en général, réduites. La plupart se multiplient en milieu synthétique avec une source de carbone simple comme le glucose.

### ✓ Mode opératoire

A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1ml dans une boîte de pétrie stérile ; compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose VRBG fondue puis refroidie à 45°C. Faire ensuite des mouvements circulaires et en forme de 8 pour permettre à l'inoculum de se

mélanger à la gélose. Laisser solidifier sur paillasse stérile. Les boîtes seront incubées à 37 °c pendant 24 à 48h. En faisant une première lecture après 24h.

### ✓ Lecture

Après incubation ils apparaissent sous forme de colonies, de couleur rouge. Nous avons retenu les boîtes contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300.

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par ml ou g de produit selon la formule suivante :

$$X = N \cdot 1 / D \cdot 1 / V$$

X : nombres de germe par ml ou g de produit.

N : nombre de colonies.

V : volume l'inoculum.

D : facteur des dilutions ou la dilution considérée

### III.6. Analyse sensorielle

La qualité sensorielle c'est tout ce que nous percevons d'un produit grâce à nos sens. Mais, lorsque vous prenez du plaisir en mangeant, il y a une part culturelle liée à votre éducation, vos expériences. Ce qui est universel, c'est l'importance de nos 5 sens dans cette perception.

Les caractéristiques organoleptiques essentielles sont :

- ✓ Couleur, aspect, révélée par la vision.
- ✓ Arôme, saveur, révélée par le goût.
- ✓ Texture, révélée par le toucher.

L'analyse sensorielle a été effectuée sur 4 échantillons a, b, c, d, (0% 1% 2% 3%) respectivement. La dégustation est effectuée après 24 h d'enrichissement au niveau de l'industrie LFB par des sujets ayant une expérience dans le domaine agroalimentaire ou bien dans la biologie.



*Chapitre IV*

*Résultats et discussion*

## IV.1.Résultats d'analyse physico chimique

Les résultats d'analyses physicochimiques du lait pasteurisé utilisé dans la production de yaourt sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau N°09 :** Propriété physico chimiques de lait pasteurisé utilisé dans la production de yaourt

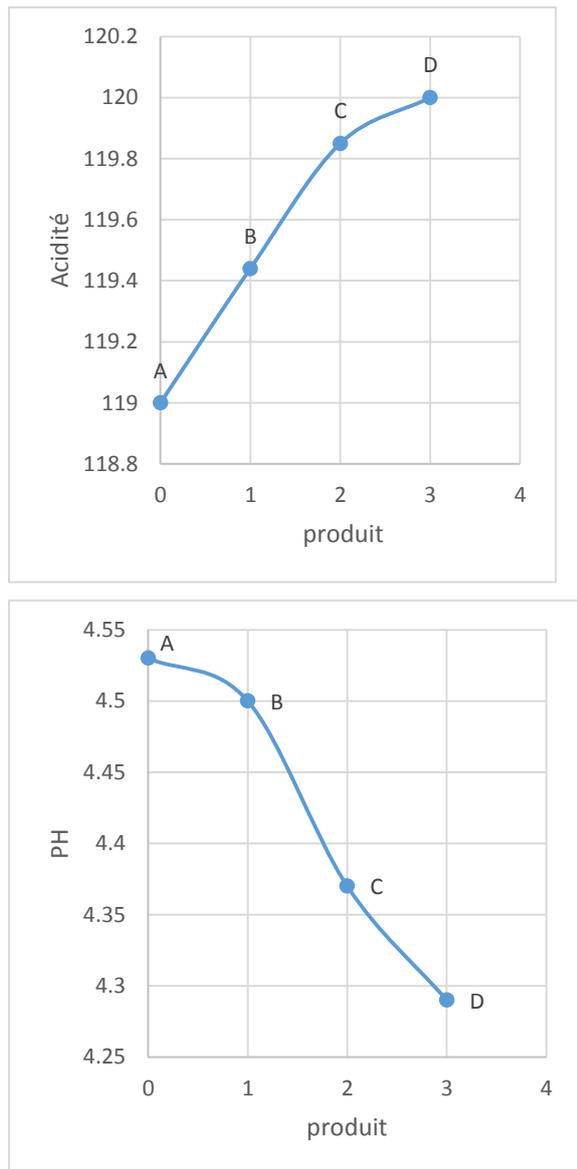
Paramètre	Volume (ml)	MG (g/l)	PH	Acidité D°	Densité
normes	1000	15	6,75	15	1030

### IV.1.1.Résultats de mesure de PH et de l'acidité

Les résultats de PH des quatre produits fini sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau N°10 :** Résultat de PH et de l'acidité des quatre yaourts

Paramètre produits	PH	Norme	Acidité ° D (° Dornic)	Norme
Produit A (0%)	4,53	4,50-4,80	119	100-120
Produit B (1%)	4,50		119 ,44	
Produit C (2%)	4,37		119 ,85	
Produit D (3%)	4 ,29		120	



**Figure N°8 :** Diagrammes de variations d'acidité et de pH

La mesure du pH permet de surveiller la production d'acide lactique et contribue au contrôle de qualité des ingrédients du yaourt. Durant la fermentation, le lactose (sucre du lait) se convertit en acide lactique, ce qui abaisse le pH dans les alentours de 4,5. Le contrôle physico-chimique du pH est important car le pH acide empêche le développement des microorganismes dans le produit fini.

Selon le graphe obtenus nous observons que la valeur de pH diminue avec l'augmentation de concentration des graines de chia. Les valeurs de pH obtenus se situe entre 4,53 pour le témoin et 4,29 pour le yaourt qui contient 3% des grains de chia, contrairement aux résultats de ph de yaourt enrichi de germe de blé (Nihed ,2012), qui ont constaté une

légère augmentation de ph avec l'augmentation de quantité de germe de blé (5, 10, 15 g/l) mais elle est toujours confirme à la norme.

La baisse de pH peut être expliquée par l'augmentation de production d'acide lactique par les bactéries lactique présentent dans le yaourt ce qui favorise l'acidification de milieu, les graines de chia jouent un rôle prébiotique puisque elles sont très riche en fibre ce qui accélère le processus de fermentation.

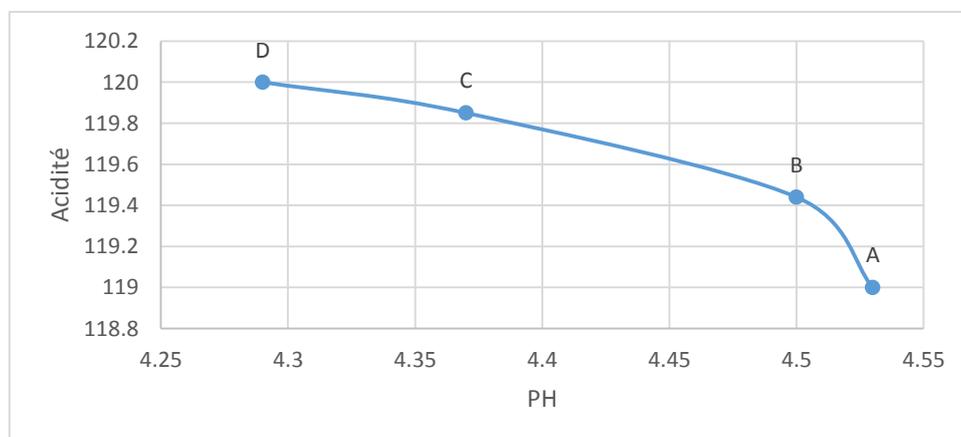
L'acidité titrable fournit une indication de la fraîcheur du lait, du yaourt et d'autres produits laitiers fermentés. L'acidité augmente avec l'acidification sous l'action des bactéries et avec la lipolyse enzymatique

Les résultats des quatre échantillons mentionnés dans le graphe n°2 présentent une faible augmentation d'acidité titrable avec des valeurs voisines, 119°D, 119.44°D, 119.85°D, 120°D pour les produits A,B,C,D respectivement, en comparons notre résultats avec les résultats d'acidité doronic de yaourt enrichi avec le germe de blé (Nihed ,2012) , on observent une légère augmentation d'acidité avec des valeurs défèrent suit à l'ajout des germes de blé qui accélère l'activité fermentaire

Ces résultats confirment que le degré d'acidité de notre yaourt est conforme aux normes algériennes (minimum 70°D).

L'acidité développée du yaourt avec déférentes concentrations des graines de chia est causée par l'acide lactique et d'autres acides provenant de la dégradation microbienne du lactose.

#### IV.1.2.Relation entre le PH et l'acidité



**Figure N°09:** Relation entre le ph et l'acidité

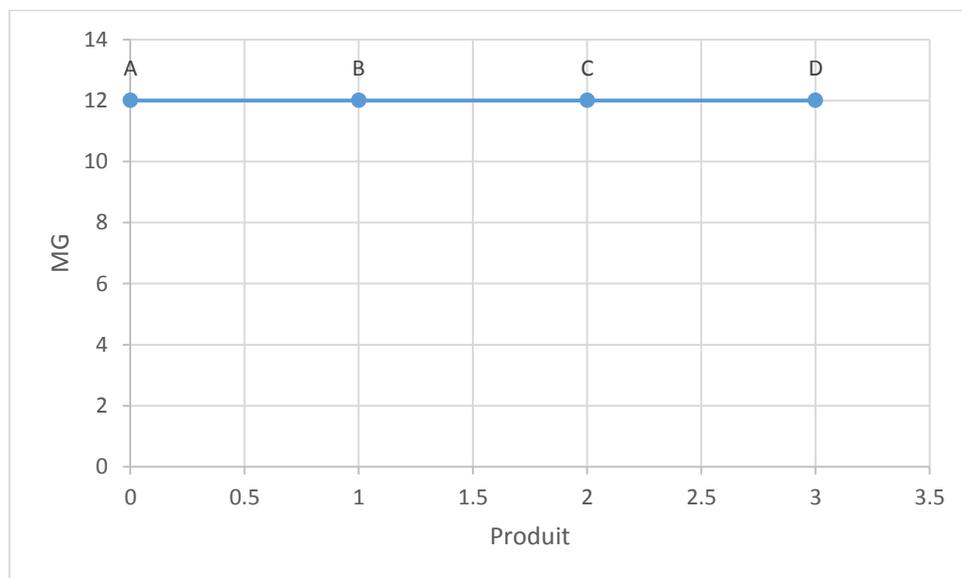
Au cours de l'abaissement de ph, l'acidité titrable augmente dans le milieu permettant une solubilisation de calcium et de phosphate et entraîne un début de séparation des sub-micelles. Cette augmentation dépend de la teneur en acide lactique dans le milieu, plus le produit est acide, plus il contient de l'acide lactique.

**IV.1.3.Résultat de matière grasse**

Les résultats de matière grasse obtenus pour les quatre échantillons sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°11 :** Résultat de MG pour les quatre yaourts

Echantillon	A	B	C	D
MG	12	12	12	12



**Figure N° 10 :** diagramme de variation de matière grasse

Les échantillons A, B, C, D avec différents concentrations des graines de chia présentent une même valeur de matière grasse (12g /l), La matière grasse a diminué par rapport au lait utilisé dans la production de yaourt de 15g/l à 12g/l ce changement due à l'ajout de l'eau dans l'étape de préparation de yaourt.

Ces résultats confirment la norme élaborée par la législation algérienne (12g/l). D'après ces résultats, on peut conclure que les graines de chia n'ont pas un effet sur la matière grasse des produits.

### IV.2. Résultats d'analyses microbiologiques

**Tableau N°12 :** Analyse microbiologique des yaourts (UFC/ ml)

Paramètre	Résultat	Norme	Références
Staphylocoques	0	$\leq 10^2$	JORA N°39 ,2017
Entérocoque	0	$\leq 10^2$	JORA N°39 ,2017
Salmonella	0	Absence dans 25g	JORA N°39 ,2017

Les résultats de la qualité bactériologique du yaourt montrent une absence totale des micro-organismes pathogènes, qui peuvent être présents dans les quatre échantillons analysés. Ce qui confirme la conformité aux normes mentionnées dans le JORA (N°39, 2017), et traduit la bonne qualité microbiologique de yaourt analysé. Cela peut être dû à :

- ✓ L'efficacité de traitement thermique semi fini.
- ✓ La bonne pratique de nettoyage et de désinfection dans le milieu de travail et aussi le matériel utilisé.
- ✓ Au respect des conditions d'hygiène au cours de fabrication, conditionnement, et stockage de matière première.

### IV.3. Résultat d'analyse sensorielle

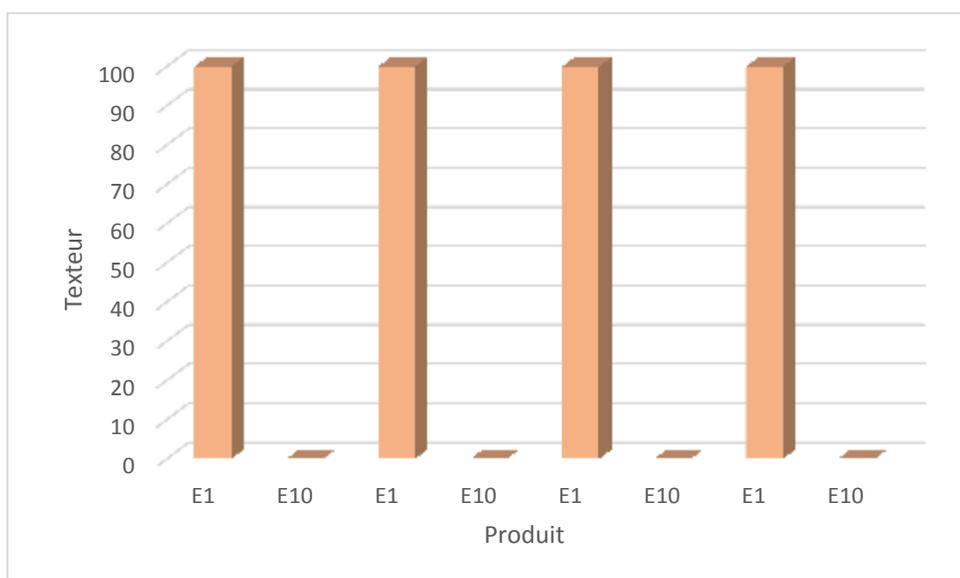
#### IV.3.1. Texture

Le toucher ou plus largement somesthésie, basé sur des signaux mécaniques ou chimiques. Les récepteurs du toucher, présents par exemple dans la peau et les mâchoires, nous permettent de percevoir par pression, contact ou vibration des caractéristiques de texture telles que le collant ou le croustillant, ou encore des sensations comme le piquant, le brûlant.

**Tableau N°13 : Taux d'acceptabilité du yaourt selon la texture**

Caractère	Produit A		Produit B		Produit C		Produit D	
	1	10	1	10	1	10	1	10
Texteur (%)	100	0	100	0	100	0	100	0

Note : 1 (lisse) , 10 (rigeureux).



**Figure N°11 : Histogramme des attributs de texture des différents yaourts**

D’après le tableau et l’histogramme ci-dessus nous remarquons que pour les quatre yaourts analysés, les dégustateurs sont tous convenus que la texture était acceptable, lisse, coulante, avec un taux de 100%. Ces résultats confirment le respect des normes de production de yaourt brassé.

Produit A (0%) peu dure , B(1%) peu dure , C (2%) fluide très lisse ,D(3%) très lisse

**IV.3.2.L’odeur**

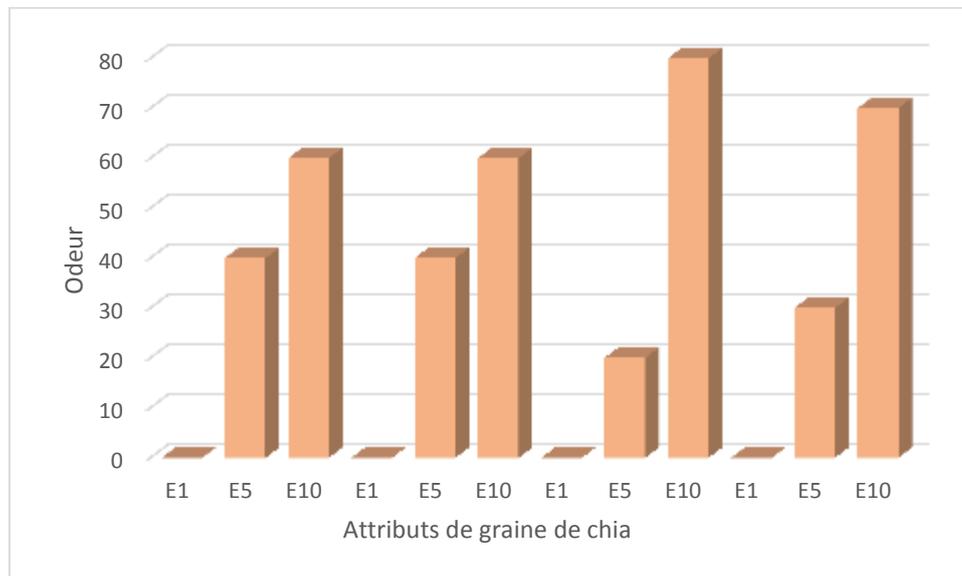
L’olfaction est le second sens qui intervient de manière déterminante dans notre examen et appréciation d’un aliment.

On distingue l’odeur que l’on perçoit en humant, reniant le produit. L’arôme, lui est perçu par voie rétro nasale quand l’aliment est en bouche. Les odeurs et arômes sont constitués de molécules volatiles gazeuses qui sont captées par des cils situés dans les muqueuses nasales, en lien avec le bulbe olfactif. Là encore le signal est transmis par des neurones directement au cerveau. Le tableau 13 présente les résultats d’acceptabilité des yaourts selon l’odeur

**Tableau N°14 : taux d’acceptabilité des yaourts selon l’odeur**

Caractère	Produit A			Produit B			Produit C			Produit D		
Odeur (%)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10
	0	40	60	0	40	60	0	20	80	0	30	70

**Note :** 1 (fort) ,5 (moyenne), 10 (légère) .



**Figure N°12 :** Histogramme des attributs d’odeur des différents yaourts

Les résultats d’odeurs mentionnés dans le tableau et la figure présentent des valeurs qui varient de 40% à 60% pour les produits A et B, de 20% à 80% pour le produit C, et de 30% à 70% pour le produit D. Ces résultats remarqués dans les attributs 5 et 10 des graines. Concernant l’attribut 1 des graines les valeurs sont nul 0. D’après c’est donné en résumé que les produits C et D sont les plus acceptables avec une concentration 2% et 3% des graines par rapport aux produits A et B.

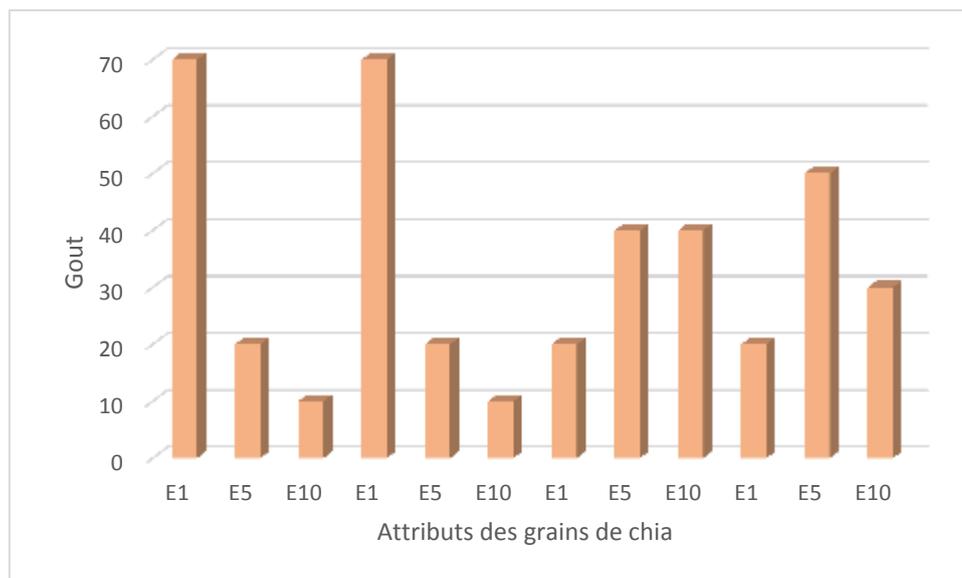
### IV.3.3.Le Gout

Le goût, est la distinction des cinq saveurs fondamentales : le sucré, le salé, l’acide, l’amer, au niveau de la langue. Un adulte possède entre 2000 et 4000 papilles gustatives, ces petites aspérités à la surface de la langue contiennent les bourgeons gustatifs. Les molécules sapides se dissolvent dans la salive pour les atteindre. Le tableau 14 montre les taux d’acceptabilité des yaourts selon le goût pour les quatre produits

**Tableau N°15:** Taux d’acceptabilité des yaourts selon le gout

Caractère	Produit A			Produit B			Produit C			Produit D		
Gout (%)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10
	70	20	10	70	20	10	20	40	40	20	50	30

**Note :** 1 (acceptable) , 5( bonne ) , 10 (très bonne ).



**Figure N°13 :** Histogramme des attributs de gout de différents yaourts

A partir des résultats présentés dans le tableau et la figure, les produits A et B sont acceptable avec une valeur d’acceptabilité 70% par contre les produits C et D présentent des valeurs entre 40 à 50%.

D’après l’avi des dégustateurs plus la concentration des grains augmente plus le gout sucrée des yaourts diminue. Cela peut être expliqué par l’absence du gout sucré dans les graines de chia.

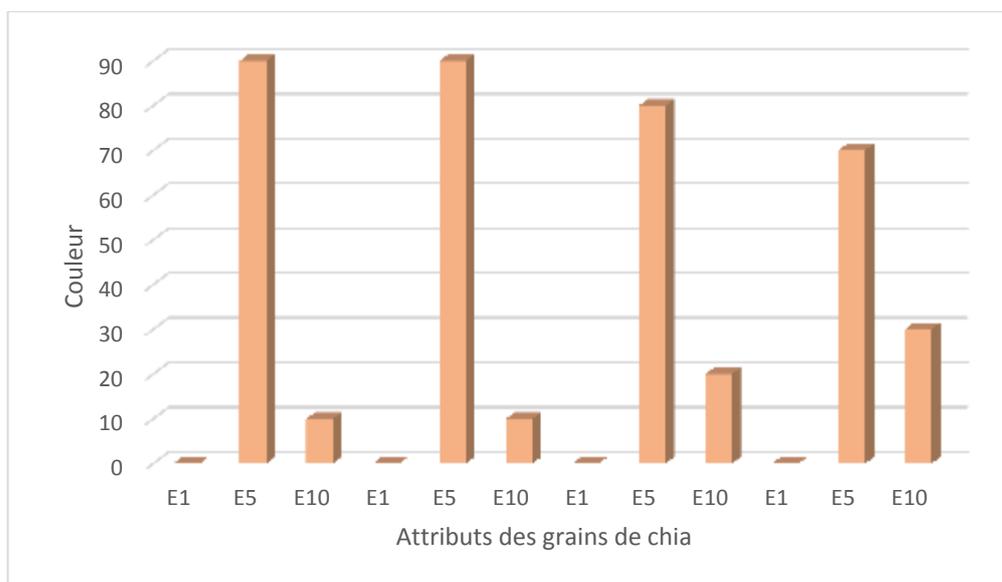
**IV.3.4. La couleur**

Tout d’abord, la vue nous permet d’apprécier l’aspect des aliments qui sont devant nous : leur forme, leur couleur ou l’état de leur surface. La vue serait à l’origine de 80% de toutes nos perceptions sensorielles souvent par association d’information. C’est la rétine, qui tapisse le fond de l’œil, qui perçoit la lumière et transmet au cerveau des signaux via le nerf optique.

**Tableau N°16 : Taux d’acceptabilité des yaourts selon le couleur**

Caractère	Produit A			Produit B			Produit C			Produit D		
Couleur (%)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10
	0	90	10	0	90	10	0	80	20	0	70	30

**Note :** 1 (non satisfaisante), 5( acceptable), 10 (très bonne).



**Figure N°14 :** Histogramme des attributs de couleur de différent yaourt

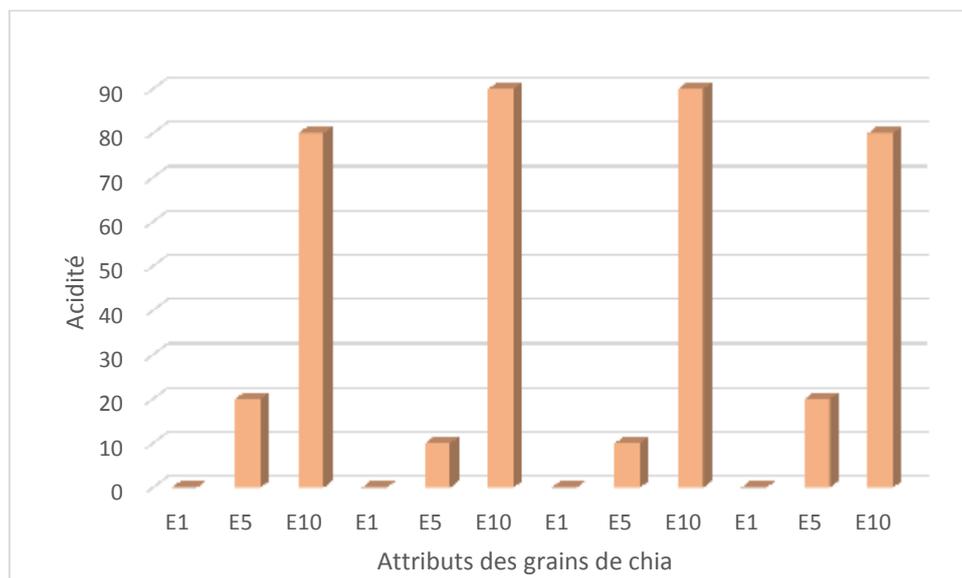
D’après le tableau et la figure la couleur, les quatre produits sont acceptables. Le taux d’acceptabilité le plus élevé est remarqué dans le produit A et B avec un pourcentage de 90%.

**IV.3.4.L’acidité**

**Tableau N°17 :** Taux d’acceptabilité des yaourts selon l’acidité

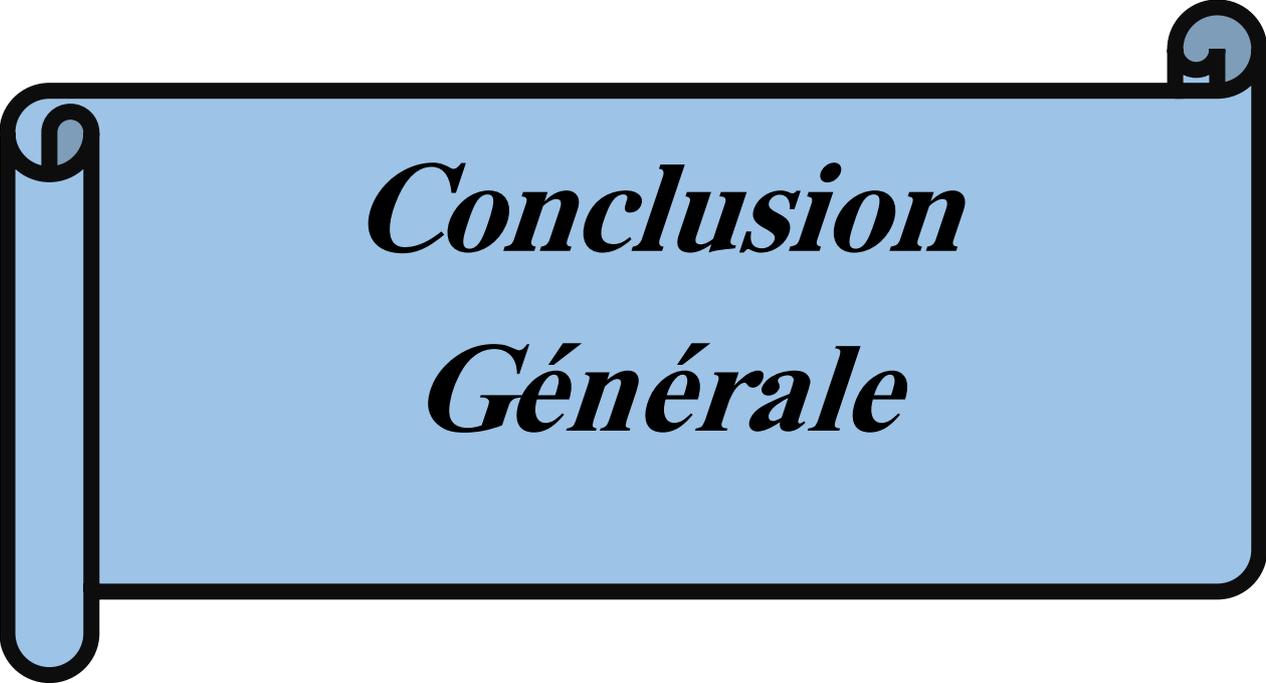
Caractère	Produit A			Produit B			Produit C			Produit D		
Acidité (%)	1	5	10	1	5	10	1	5	10	1	5	10
	0	20	80	0	10	90	0	10	90	0	20	80

**Note :** 1 (acide) ,5 (neutre) , 10 (acceptable) .



**Figure N°15:** Histogramme des attributs d’acidité de différent yaourt

Nous avons constaté d’après le tableau et la figure ci-dessus des attributs d’acidité que le gout acide des yaourts est acceptable pour l’ensemble des yaourts, La valeur la plus élevée est remarqué pour les produits B et C avec concentration 2% et 3% des graines de chia.



***Conclusion  
Générale***

Aujourd'hui le monde entier est conscient par sa santé est recherche toujours d'améliorer sa qualité de vies tous en améliorent ses habitudes alimentaire, pour cela dans notre travail nous avons essayé d'enrichie le yaourt qui est un produit dont sa consommation est en nette croissance, avec des graines de chia, cette dernière est une excellent source d'acides gras essentiels, protéines, fibres alimentaires, vitamines et des antioxydants ainsi que des minéraux essentiels comme phosphore, manganèse, calcium, potassium et sodium.

Nous avons réalisé une étude expérimental au sein de laboratoire d'LFB Rouiba tous en respectant les méthodes d'analyses et les étapes de fabrication de yaourt brassé, les graines de chia sont incorporé avec des pourcentages déferents 1% 2% 3%.

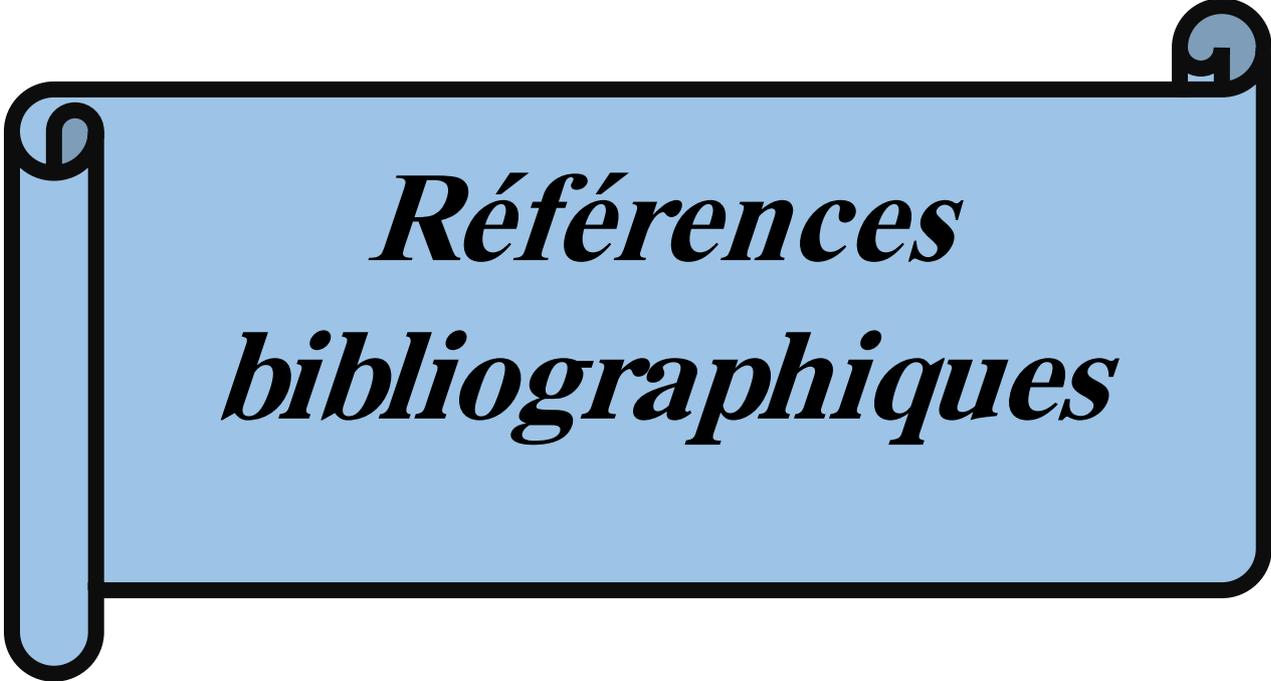
Dans les résultats d'analyse physico chimique nous avons remarqué une diminution de pH avec l'augmentation des graines de chia incorporés, au contraire l'acidité Dornic augmente avec l'augmentation des grains de chia.

Pour les analyses microbiologiques nous avons remarqué une absence totale des germes indésirables qui peuvent affecter le produit fini.

Dans l'analyse sensorielle les dégustateurs ont aimé le yaourt enrichi dont la concentration des grains de chia est un peu élevé et ils sont donné la remarque que le gout sucré diminue dans le yaourt enrichis par apport au témoin.

**Perspectives** : Il est souhaitable de :

- ✓ Etudier les effets des graines sur le yaourt tout au long de la chaine de fabrication ainsi au cours de stockage jusqu'à DLC.
- ✓ Etudier ses effets sur les constantes biologiques chez les êtres humains afin de montrer ses multiples effets bénéfiques et thérapeutiques.



***Références  
bibliographiques***

## Référence bibliographique

---

**Amagirlio, S. (1986).** Contrôle de qualité des produits laitiers. AFNOR (association française de normalisation) .3eEd, AFNOR, paris, p. 636-925.

**Amrouche, K., Salemcherif, M. (2014).** Suivi de la chaîne de fabrication du fromage fondu pasteurisé jusqu'à la mise en vente au niveau de la laiterie Fromagerie de Boudouaou (LFB). Mém .Mas .Technicien supérieur . Agro, Univ.Boumerdes, p.69.

**Axelsson, L. (1998).** "Lactic acid bacteria: classification and physiology" Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects. 2 nd Edition, Marcel Dekker, New York, USA.

**Ayerza, R., Coates, W., Lauria, M. (2002) .** Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as an omega-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance and sensory characteristics. *Journal of Poultry Science*. 819(1):826-837.

**Ayerza, R., Coates, W. (2005) .** Chia : Redécouvrir une ancienne culture des Aztèques ; Presse de l'Université d'Arizona : Tucson AZ, États-Unis.

**Ayerza, R., Coates, W. (2009).** Influence de l'environnement sur la période de croissance et le rendement, protéines, huile et -linoléique contenu de trois sélections de chia (*Salvia hispanica* L.). *Indiana Recadrer. Prod.* 30, 321-324.

**Borneo, R., Aguirre, A., León, A.E.(2010) .** Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association*. 110(6):946-949.

**Camus, S. (2000) .** Les situations d'échange de produits authentiques, Actes de la Vème Journées de Recherche en Marketing de Bourgogne, Distribution, Achat, Consommation, Dijon, 153 173.

**Capitani, M.I., Ixtaina, V., Nolasco, M.Y.S., Tomas, M.C.(2015).** Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. *Journal of Science and Food Agriculture*. 93:3856-3862.

**Chavan, V.R., Gadhe, K.S., Dipak, S., Hingade, S.T.(2017) .** Studies on extraction and utilization of chia seed gel in ice cream as a stabilizer. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(5):1367-1370. 11

**Chicco, A.G., Alessandro, M.E., Hein, G.J., Oliva, M.E., Lombardo, YB.(2009).** Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in alpha-linolenic acid improves adiposity and normalizes

## Référence bibliographique

---

hyper triacylglycerolaemia and insulin resistance in dyslipidemic rats. *British Journal of Nutrition*. 2009; 101(3):41-50.

**Coates, W.(2011)** . Graines de chia entières et moulues (*Salvia hispanica* L.), huile de chia— Effets sur les lipides plasmatiques et les graisses attaques. Dans *Noix et graines dans la santé et la prévention des maladies* ; Preedy, V ; Watson, R ;R., Patel, V ; Eds.(2011).Académie Presse : Londres, Royaume-Uni, Tome 1, p. 309–315.

**Coorey , A., Novinda, H ., Williams .,Jayasena, V.(2014)** . Omega-3 fatty acid profile of eggs from laying hens fed diets supplemented with chia, fish oil and flaxseed. *Journal of Food Science*. 1:4.

**Dweck , A .C.(2005)**. The folklore cosmetic use of various salvia spices. In: kitziou SE (edition) *sage the genus salvia*. Handbook Academic Publishers. Amsterdam, 1-25.

**Reyes-Caudillo,E., Tecante,A ., Valdivia-Lo´pez Dietary,M.A.(2008)** . fiber content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, *Journal of Food Chemistry*, 107, 656–663.

**FAO.(1995)**. *Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine*. Amazon, Rome, Italie.

**Mamine,F(2016)**. Étienne Montaigne et Jean-Pierre Boutonnet, Perception de la qualité des produits laitiers et comportement du consommateur algérie, *Economie rurale*, 355 p. 49-65

**FAUCHERE, J.I. ( 1997)** . Bactériofiches, *Techniques en bacteriologies Clinique*, Paris, p. 140.

Fermented milks: a historical food with modern applications a review. *Eu. J. Clinical Nut.*, 56(4): S.

**Gopalan, B .V., Rama Sastri and S.C.(2007)** . Balasubramanian, *Nutritive value of Indian foods*(National Institute of Nutrition, Indian Council of Medical Research, Hyderabad, India).

**Hols , P., Hancy, F., Fontaine, L., Grossiord, B., Prozzi, D., Leblond-Bourget, N ., Decaris., B, Bolotin., Delorme ,C ., Dusko Ehrlich,S., Gue´don,E., Monnet ,V ., Renault, P., Kleerebezem, M.(2005)**. New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus Thermophilus* revealed by comparative genomics. *FEMS Microbiol. Rev.*, 29: 435–463.

## Référence bibliographique

---

**Huxley, A.J.(1992).** Le nouveau dictionnaire RHS du jardinage ; Mac Millan Press : Londres, Royaume-Uni.

**Ovando,J.V., Rubio, G.R.,Guerrero,L.C .,and Ancona,B .D.(2009) .** Physicochemical properties of fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.), *LWT- Journal of Food Science and Technology*, 42,168-173.

**Anderson,J .W .,Baird,P .,Davis,R.H ., Ferreri,S .,Knudtson,M ., Koraym ,A.(2009) .** Health benefits of dietary fiber, *Nutrition Reviews*, 67(4), 188-205.

**Joffin, C., et Joffin, J.N. (1999).***Microbiologie Alimentaire.5e Ed, Bordeaux, p .91-144.*

**Munoz,L.H .(2012) .** Mucilage from chia seeds (*salvia hispanica* L.): microstructure, physicochemical characterization and applications in food industry, doctoral diss., Pontificia Universidad Catolica De Chile Escuela De Ingenieria, Santiago de Chile.

**Munoz ,L.A ., Cobos,A., Diaz,O ., and Aguilera,J.M.(2012).** Chia seeds: microstructure, mucilage extraction and hydration, *Journal of Food Engineering*, 108, 216-224.

**Alvarez-Chavez,L.M .,Valdivia-Lopez,M.A .,Aburto–Juarez,M.L .,andTecante,A . (2008).** Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). *International Journal of Food Properties*, 11, 687-697.

**Toscano,L.T .,Oliveira Da Silva,C.S., Toscano,L.T., and Monteiro De Almeida,A.E and., Cruz santos,A.D and ., Alexandre,S.S.(2014).** Chia flour reduces blood pressure in hypertensive subjects, *Journal of Plant Foods and Human Nutrition*, 69, 392-398.

**Guevara- Cruz,M ., Tovar , A.R., Aguilar- Salinas,C.A.,Medina – Vera,I ., Gil-Zenteno,L ., Hernandez- Viveros ,I., Lopez-Romero ,P., Ordaz-Nava,G.,Canizales-Quinteros ,S., Guillen Pineda,L.E ., and Torres,N.(2012) .** A dietary pattern including nopal, chia seeds, soy protein and oat reduces serum triglycerides and glucose intolerance in patients with metabolic syndrome, *The Journal of Nutrition and Disease*, 142, 64-69, doi:10.3945/jn.111.147447.

**Capitani,M.I .,Spotorno,V .,Nolasco,S.M., Tomás,MC .(2012) .** Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina, *LWT Food Science and Technology* , 45 94-102.

## Référence bibliographique

---

**Marineli , S., Moura, C.S., Moraes, E.A., Lenquiste, S.A., Lollo, P.C ., Morato, PN.(2015)** . Chia (*Salvia hispanica* L.) enhances HSP, PGC1 $\alpha$  expressions and improves glucose tolerance in diet induced obese rats. *Journal of Nutrition*. 2015; 3(1):740-8.

**Mohid ,AN .,Yeap,SK .,WanYongHo.,BoonKeeBeh .,SheauWeiTan .,SoonGuanTan5.(2013)**. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 1-9.

**Munoz Loreto , A., Cobos, A.,Diaz, O .,Aguilera, JM.(2012)**. Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food. *Food review international* . ; 29(4):394-408.

**Munoz, LA ., Cobos, A., Diaz, O.,Aguilera, J.M.(2013)**. Graine de Chia (*Salvia hispanica*) : Un grain ancien et nouveau nourriture fonctionnelle. *Res. Int.* 29, 394-408.

**Martinez – Cruz,O., Parades-Lopez,O.(2014)**. Phytochemical profile and Nutraceutical potential of chia seeds (*Salvia hispanica* L.) by ultra high performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, 1346, 43-48.

**Ayerza,R .(2016)**. Chia as an Omega-3 fatty acid source for animal and human consumption, Office of Arid Lands Studies, The University of Arizona. <https://azchia.com/research/Omega3source.htm> (report date 1/9/2016), cited on 18/03/2016.

**Ayerza,R., Coates,W.(2005)** . Chia. *Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs*, (The University of Arizona Press, 1st edition,Tucson, Arizona, p. 197).

**Da Silva Marineli ,R .,Moraes,E.A., Lenquiste,S.A., Godoy,A.T., Eberlin,M.N., Maróstica Jr.(2014)**. Chemical characterization and antioxidant potential of chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.) , *LWT - Food Science and Technology*, 59 ,1304-1310.

**Ramdane ,S.,Brahim,M.,Tlemsani ,A .,Djermoun ,A.,Hadjsadok** quelles disparités de consommation du lait et produits laitiers en algérie á travers les régions ?

**Ramírez-Jaramillo , G ., Lozano-Contreras, M. (2015)**.Potentiel de culture de *Salvia hispanica* L. Zones sous pluie Conditions au Mexique. *Agric. Sci.* 6, 1048-1057.

**Ali,N.M ., Yeap,SK., Ho WK Beh, B.K ., Tan, S.W .,Tan ,S.G.(2012)**. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Article ID 171956. 9 pages. doi:10.1155/2012/171956

## Référence bibliographique

---

**Suri,S ., Passi,S.J .,Manchanda,S .C.(2015).** Effect of prebiotic – guar gum supplementation among dyslipidemic patients with or without hyperglycemia, International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science, 3(11) .

**Koh,S .,Pan,A., Wang,R.,Odegaard,A.O., Pereira,M.A .,Yuan,J.M., Koh,W.P.(2015).**The association between dietary omega-3 fatty acids and cardiovascular death: the Singapore Chinese health study, European Journal of Preventive Cardiology, 22(3), 364–372. Doi: ,10.1177/2047487313517576.

**Savadogo ,A. S.(2011).**TRAORE / Int. J. Biol. Chem. Sci. 5(5): 2057-2075.

**Segura-Campos,M.R .,Ciau-Solis,N.,Rosado-Rubio,G.,Chel-Guerrero,L.,Betancur-Ancona ,D .(2014).** Chemical and functional properties of chia seed. International Journal of Food Science and Nutrition. 11(3):1-5.

**Tamime,A.Y . (2008) ; Tamime,A.Y .(2002).** Milk Processing and Quality Management. Wiley Blackwell.

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

**Ixtaina,V.Y., Martinez,M.L.,Spotorno,V., Mateo,C.M .,M,Maestri,D., Diehl,B.(2011).** Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. Journal of Food Composition and Analysis, 24, 2011, 166-174.

**Ixtainaa,V.Y., Nolasco,S.M., Tomas,M.C. (2008) .**Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, Journal of Industrial crops and products 28 (3), 286–293.

**ertommen,J.V., VanSompel,A.M.,Loenders,M.,Vander Velpen,C., DeLeeuw,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 Nutiriton of the European Association for the Study of Diabetes.

**Vuksan,V. (2002).** *Salvia hispanica* L. (Chia) in the management and treatment of cardiovascular disease, diabetes and associated risk factors. Word Intellectual Property Organisation.

**Coates,W., Ayerza,R.(1987).** Chia (*Salvia hispanica* L.) seeds as an omega-3 fatty acid source for feeding pigs: effects on fatty acid composition and fat stability of the meat and

## Référence bibliographique

---

internal fat, growth performance and meat sensory characteristics, Journal of Animal Science, 87, 2009, 3798-3804, doi: 10.2527/jas.2009- 1987.

### **Mémoire :**

**Ahmed Messaoud Nihed.(2012/2013).**enrichissement de yaourt brassé en germe de blé tendre.

### **Site web :**

Anonyme2:[Lactobacillus Bulgaricus – ProbioticsAmerica.com](http://Lactobacillus Bulgaricus – ProbioticsAmerica.com)

Anonyme 3 :[Streptococcus Thermophilus In Yogurt Photograph by Scimat \(pixels.com\)](http://Streptococcus Thermophilus In Yogurt Photograph by Scimat (pixels.com))

## Annexe 1

### 1. Milieux de cultures :

#### **Baird parcker**

Tryptone Bacto : 10,0 g.

Extrait de bœuf Bacto : 5,0 g.

Extrait de levure Bacto : 1,0 g.

Chlorure de lithium : 5,0 g.

Glycine : 12,0 g.

Pyruvate de sodium : 10,0 g.

Tellurite de potassium : 0,1 g.

Gélose : 20,0 g.

Emulsion de jaune d'œuf : 50,0 g

#### **BLPC :**

Peptone : 5,0g

Extrait de viande : 3,0g

Lactose : 10,0g

Bromocrésol pourpre : 0,025g

Agar : 11,0g

Eau distillée : qsp1L

**Milieu sélectif hickton : pH (7,5 ± 0,2)**

Protéose peptone : 12g.

Extrait de levure : 3g.

Chlorure de sodium : 5g.

Thiosulfate de sodium : 5g.

Sels biliaires : 9g.

Citrate de fer ammoniacal : 1,5g.

Salicine : 2g.

Lactose : 12g.

Saccharose : 12g.

Fuchsine acide : 0,1g.

Bleu de bromothymol : 0,065g.

Agar : 14g.

### Milieux d'enrichissement SFB :

Tryptone : 5,0.

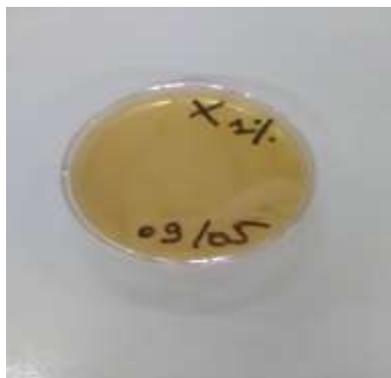
Lactose : 4,0.

Phosphate disodique : 10,0.

l-cystine : 0,01.

### 2. diluant :

Eau peptonée : Sa composition est riche en peptone 10,0g/l, le pH est ajusté à  $7,2 \pm 0,2$ , le milieu est stériliser à  $120^{\circ}\text{C}$  pendant 15min avant l'utilisation.



Recherche et dénombrement des entérocoques et staphylocoques



Recherche et dénombrement de salmonella



Etuve à 44°C.



Centrifugeuse.



Balance électronique.



PH mètre.



Pipete graduée.

## Annexe 2

### Fiche d'analyse sensorielle

#### Analyse sensorielle.

Nom :

Date :

Age :

Quatre échantillons de yaourt étuvé A, B, C, D vous sont présentés, après la dégustation donnez une note de 1 à 10.

Texture : 1 lisse, 10 rigoureux.

Odeur : 1 forte, 5 moyenne, 10 légères.

Gout : 1 acceptable, 5 bonne, 10 très bonne.

Couleur : 1 non satisfaisant, 5 acceptable, 10 très bonne.

Acidité : 1 acide, 5 neutre, 10 acceptable.

Caractère	Produit A	Produit B	Produit C	Produit D
Texture				
Odeur				
Gout				
Couleur				
Acidité				

**Exemplaire :**

Analyse sensorielle.

Nom : ELLAHAM YARA.

Age : 33ans.

Quatre échantillons de yaourt étuvé A, B, C, D vous sont présentés, après la dégustation donnez une note de 1à10.

Texture : 1 lisse, 10 rigoureux.

Odeur : 1 forte, 5 moyenne , 10 légères.

Gout : 1 acceptable, 5 bonne, 10 très bonne.

Couleur : 1 non satisfaisre, 5 acceptable, 10très bonne.

Acidité : 1 acide, 5 neutre, 10 acceptable.

Caractère	Produit A	Produit B	Produit C	Produit D
Texture	1	1	1	1
Odeur	10	10	10	10
Gout	10	10	10	10
Couleur	05	05	05	05
Acidité	10	10	10	10

## Résumé :

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet d'incorporation des graines comestibles spécifiquement graines de chia sur la qualité physico chimique, microbiologique et organoleptique d'un lait fermenté type yaourt brassé préparé au niveau de laboratoire.

Les graines de chia sont incorporées avec différentes concentrations de 0% 1% 2% 3% respectivement aux cours de brassage de yaourt, chaque paramètre étudié est présenté par 5 pots de 100 ml. Les mesures de contrôle suivant ont été effectuées pour chaque produit : PH, acidité titrable, matière grasse, texture, odeurs, couleur, gout, et acidité.

Les résultats d'analyse physico chimique montrent une augmentation d'acidité titrable avec l'augmentation de la concentration des graines de chia, cette tendance est inversée pour le PH qui inscrit une diminution.

Les analyses microbiologiques des germes pouvant contaminer le produits finis : staphylocoques, entérocoques et salmonella, ont inscrit une absence totale (0 UFC /ml) dans le produit.

En générale le yaourt enrichi avec les graines de chia avec les concentrations 2% et 3% sont les plus appréciés par les dégustateurs.

**Mots clés :** Yaourts brassé, lait fermenté, graines de chia.

## Summary :

The objective of our work is to study the effect of incorporation of seed edible specifically chia seeds on the physical, chemical, microbiological and organoleptic quality of a fermented milk stirred yoghurt-type prepared in laboratory.

The chia seeds are incorporated with a concentration of 0 % 1 % 2 % 3 % respectively during the yoghurt stirring, each parameter studied is presented by 5 jars of 100 ml. The measures following controls have been carried pour check produits : PH, titratable acidity, material fat, texture, odor, color, taste and acidity.

The results of analysis physico chemical Appear a higher titratable acidity with the increasing concentration of chia seeds, this trend is reversed for PH which registered a decrease.

The microbiological analyzes of the germs prove contaminated the finished products : staphylococci, enterococci and salmonella, recorded a total absence (0 CFU / ml).

In general, yoghurt enriched with chia the 2% and 3% concentration are most popular among tasters.

**Keywords:** Stirred yoghurts, fermented milk, chia grains.

## ملخص

الهدف من عملنا هو دراسة تأثير دمج البذور الصالحة للأكل على وجه التحديد بذور الشيا على الجودة الفيزيائية الكيميائية و

المكروبيو لوجية والحسية لنوع الزبادي المحضرة بالحليب المحضر في المختبر .

تم دمج بذور الشيا بتركيز 1% 2% و 4% على التوالي أثناء تقليب الزبادي و تم تقديم كل عينة مدروسة في خمسة عبوات سعة

100 مل حيث تم تنفيذ الضوابط التالية من خيال: معايرة الحموضة، المادة الدهنية، القوام، الرائحة، اللون، الطعم و الحموضة.

تظهر التحاليل الفيزيائية الكيميائية أن معايرة الحموضة تزداد مع زيادة تركيز بذور الشيا وينعكس هذا الاتجاه بالنسبة لدرجة

الحموضة التي سجلت انخفاضا .

أثبتت التحاليل الميكروبيولوجية أن البكتيريا المسؤولة عن فساد المنتج النهائي، المكورات العنقودية، والمكورات المعوية والسالمونيلا

سجلت إنعدام تام. بشكل عام الزبادي بتركيز الشيا 2% و 3% هو الأكثر قبولا من التذوقين.

كلمات مفتاحية: الزيادي المخمر، الحليب المخمر، حبوب الشيا.