

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان  
UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID-TLEMSEN



**Faculté des Sciences de la Nature et la Vie et Science de la  
Terre et de l'Univers Département de Biologie**

**Mémoire**

*Pour l'obtention du Diplôme de Master*

**Spécialité :**

**Agroalimentaire et contrôle de qualité**

Intitulé

---

**Conception d'un pudding aux grains nutritifs**

---

Présenté par : *ELOUCHDI ANAS ET IKHLEF ABDE ASSAMAD*

Soutenu le 29/06/2022 devant le jury composé de :

MME ABIAYAD	Président
MR.BENYOUB NOREDDINE	Examineur
MME GHANEMI FATIMA ZOHRA	Encadrante

## **Remerciements**

**Avant tous nous avons à remercier « Allah » qui a guidé nos pas vers la voie du savoir à travers ce modeste travail.**

**Nos remerciements les plus vifs s'adressent surtout à notre encadrante Dr. GHANEMI Fatima Zohra, Maitre de conférences à Université de Tlemcen, pour sa générosité, conseils précieux et pour toutes les orientations apportées durant notre étude et la réalisation de ce projet.**

**Mes remerciements les plus vifs s'adressent aussi au président du jury Mme. Abiayad, ainsi que M. Benyoub, d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre modeste travail.**

## **DEDICACES**

**Je dédie ce mémoire de fin d'études À Mon très cher père et ma très chère mère pour tous les sacrifices et tous les efforts qu'ils ont fait pour mon éducation ainsi que ma formation.**

**À Mon cher frère, et mes chères sœurs pour leur affection et leur soutien moral.**

**À tous ceux qui ont une relation de proche ou de loin avec la réalisation du présent rapport.**

**En reconnaissance de tous les sacrifices que chaque personne a consentis pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie. Avec un respect et une appréciation sincères.**

**Abdessamad**

## **DEDICACES**

**Je dédie ce travail À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.**

**À mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.**

**À mon cher frère, pour son appui et son encouragement.**

**À mes nièces et mon neveu et Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé et qui m'ont accompagnés durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude.**

**Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,**

**Merci d'être toujours là pour moi.**

**Anas**

# I. Table des matières

Résumé : .....	VII
ملخص.....	VIII
Abstract : .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Listes des figures .....	X
Liste des tableaux .....	XI
Liste des abréviations .....	XII
Introduction General : .....	14
Partie 1 : Synthèse bibliographique .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Chapitre 01 : Le yaourt.....	17
1. Définition : .....	17
2. Classification du yaourt : .....	17
3. Les matières premières : .....	18
4. Les bactéries caractéristiques : .....	20
5. Processus de fabrication : .....	21
Chapitre 02 : Les super-aliments : .....	27
1. Introduction : .....	27
2. Définition : .....	27
3. Super aliments courants.....	27
4. Régime alimentaire : .....	30
Chapitre 03 : Les grains nutritives : .....	31
I. Introduction : .....	31
1. Les grains de chia : .....	32
2. Les grains de millet .....	35
3. Les grains de quinoa : .....	38
Partie 02 : Matériel et Méthode : .....	40
1. Objectifs de l'étude : .....	41
2. Matériel : .....	41
2.1. Matériel végétale : .....	41
2.2. Matériels biologiques : .....	41

2.3. Autres matériels :	41
3. Méthodes :	42
3.1. Premier Essai :	42
3.1.1. Préparation des grains :	42
3.1.2. Fabrication du yaourt :	42
3.2. Deuxième Essai :	43
3.2.1. Préparation de pudding (Yaourt égoutté + Chia) :	44
3.2.2. Préparation de porridge :	45
4. Analyses sensorielles :	45
Partie 03 : Résultats et discussion	47
I. Résultats :	48
1. Résultats d'analyse sensorielle du premier essai :	48
2. Résultats d'analyse sensorielle du deuxième essai :	49
II. Discussion :	55
Conclusion :	61
Bibliographie :	62
Annexe :	69

**Résumé :**

En raison du développement remarquable du marché moderne dans le domaine de l'industrie alimentaire, en particulier les aliments fonctionnels qui contiennent principalement des éléments considérés comme des super aliments, tels que : les grains de chia, le millet et le quinoa, chacun d'entre eux ayant des propriétés importantes et bénéfiques pour la santé humaine. En l'absence d'un produit contenant l'un de ces grains, nous avons eu l'idée de créer un pudding nutritif qui les combine tous ensemble. Cette étude visait à atteindre la meilleure qualité en faisant deux essais, chacun d'entre eux ayant une méthode de travail avec un objectif spécifique, et nous en avons conclu que le deuxième essai avait la meilleure qualité en termes de goût, de texture et d'apparence ceci a été apprécié aussi par les volontaires ayant testés notre produit. D'après les résultats du questionnaire (17 questions, 50 participants) 94% des répondants déclarent être intéressés par la consommation de notre produit.

De ce fait, on estime qu'il serait judicieux d'introduire ce type de produit ayant la mention « super food » dans le marché algérien.

**Mots-clés :**

Super aliments, grains de chia, millet, quinoa, pudding nutritif.

## ملخص

نظرا لتطور السوق العصرية بشكل ملحوظ في مجال صناعة الاغذية خاصة منها الاغذية الوظيفية التي تحتوي في الغالب على عناصر تعد كمغذيات خارقة، مثل: حبوب الشيا، حبوب الذخن وحبوب الكينوا، التي تتميز كل منها بخصائص مهمة ومفيدة لعضوية الانسان.

ومع غياب منتج يحتوي على أي من هذه الحبوب اخترنا تكوين بودينغ مغذي يجمع هاته الحبوب ، وكان محور دراستنا المطروحة حيث سعينا للتوصل الى أحسن جودة من خلال القيام بمحاولتين لكل منها مبدأ عمل ومنه فقد توصلنا إلى اعتماد المحاولة الثانية التي نتج عنها أحسن جودة من حيث الذوق والقوام والمظهر , حسب نتائج الاستبيان (17سؤال , 50 مشارك ) 94% من المحييين على الاستبيان مهتمون باستهلاك منتجنا، لذلك يفضل إدخال هذا النوع من المنتج المصنف مع الأغذية الخارقة.

الكلمات المفتاحية :

-الاغذية الخارقة, بودينغ مغذي, حبوب الشيا، حبوب الذخن وحبوب الكينوا ,مغذيات خارقة.

**Abstract:**

Due to the remarkable development of the modern market in the field of food industry, especially functional foods that mostly contain elements that are considered as super foods, such as: chia grains, millet and quinoa, each of which has important and beneficial properties for the human health. With the absence of a product containing any of these grains, we had the idea of creating a nutritious pudding that combines them all together. This study aimed to reach the best quality by making two attempts, each of which had a working method with a specific purpose. Ultimately, we concluded that the second attempt had the best quality in terms of taste, texture and appearance, according to the results of the questionnaire (17 questions, 50 participants) 94% of respondents say they are interested in consuming our product.

Therefore, we believe that it would be wise to introduce this type of yogurt with the mention "super food" in the Algerian market.

Key words:

Super-foods, chia grains, millet and quinoa, nutritious pudding.

**Listes des figures :**

**Figure 01 :** Aspect microscopique de bactéries lactiques,(**A**) : Aspect des cellules de *Lactobacillus bulgaricus*(**Corrieu et Luquet, 2008**) ;(**B**) :Aspect des cellules de *Streptococcus thermophilus* (**Durso et Huktins, 2003**).....20

**Figure 02 :** Diagramme général de fabrication du yaourt (**Beal et al., 2008**).....21

**Figure 03 :** Différents organes de la plante de *Salvia hispanica* L. A: exo morphologie des fruits ; B: aspect général d'un individu adulte (**Di Sapia et al., 2012**) ; C: graines de chia foncées (côté gauche) , **Valdivia et Tecante , 2015**) ; D: graines entières (image approximative) (**Grancieri et al., 2019**) ; E: plante ; F et G: fleurs (**Orona-Tamayo et al., 2017**). **Figure 04 :** Quatre types du millet. (**Nancie H. Herbold, in Field Guide to Appropriate Technology, 2003**). .....32

**Figure 04 :** Quatre types du millet. (**Nancie H. Herbold, in Field Guide to Appropriate Technology, 2003**). .....36

**Figure 05 :** Différentes variétés de quinoa (**Del Castillo, Mahy et al. 2008**). .....37

**Figure 06 :** proportion relative aux sexes.....49

**Figure 07 :** proportion relative aux âges .....49

**Figure 08 :** proportion relatives aux catégories socioprofessionnelle. ....49

**Figure 09 :** proportion évoquant l’achat dans les magasins spécialisée .....50

**Figure 10 :** proportion évoquant la fréquence d’achat dans les magasins spécialisée.....50

**Figure 11 :** Proportion relative au budget dépenser.....50

**Figure 12 :** Proportion relative à la consommation des aliments riches en céréales et en fibre  
Histogramme décrivant les produits qui représente les super aliments. ....51

**Figure 13 :** Histogramme décrivant les produits qui représente les super aliments.....51

**Figure 14 :** Histogramme décrivant le choix de la consommation. ....51

**Figure 15 :** Diagramme en bande décrivant à quelle fréquence les gens mangent des super-aliments à leur domicile.....52

**Figure 16 :** Proportion montrant la connaissance des grains de chia.....52

**Figure 17 :** Proportion montrant la connaissance des grains de millet.....52

**Figure 18 :** Proportion montrant les connaissances des grains de quinoa.....53

**Figure 19 :** Proportion relative à la consommation des grains.....53

**Figure 20 :** Histogramme relative aux caractéristiques sur notre produit.....53

**Figure 21 :** Histogramme relative à l’avis sur les recettes mentionné.....54

**Figure 22 :** Proportion de possibilité d’achat. ....54

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Impact de différentes techniques de traitement thermique sur les propriétés du lait et du yaourt affectant la saveur et la texture ( <b>Walstra <i>et al</i>, 2006</b> ).....	<b>24.</b>
<b>Tableau 02</b> : Valeurs nutritionnels des graines sélectionnées : quinoa, millet, chanvre, sésame, chia ( <b>Département d’agriculture d’USA 2018</b> ).....	<b>30.</b>
<b>Tableau 03</b> : Classification botanique du grain de chia ( <b>Chase, 2009</b> ).....	<b>31.</b>
<b>Tableau 04</b> : Classification botanique du quinoa ( <b>Chase, 2009</b> ).....	<b>34.</b>
<b>Tableau 05</b> : Classification botanique du millet ( <b>Chase, 2009</b> ).....	<b>38.</b>
<b>Tableau 06</b> : Moyenne des résultats de l’analyse sensorielle du premier essai.....	<b>48.</b>

## Liste des abréviations

PH: Potentiel Hydrogène.

LB: *Lactobacillus Bulgaricus*.

SNF: Solids Non Fat .

MCG = Microgrammes.

UHT =Ultra Heat Treatment.

FAO=Food and Agriculture Organization.

## **Introduction Générale :**

Les progrès de la technologie et des instruments disponibles pour l'analyse des différentes catégories et des différents types d'aliments, ainsi qu'une connaissance plus large et plus élaborée des nutriments que contient un aliment, ont facilité le processus de dérivation des nutriments. Au début du XXe siècle, ce problème a été mis en évidence de manière significative et on a assisté à une augmentation de la production d'aliments qualifiés de "super aliments" (**Tighe-Neira, 2017**).

Cette catégorie d'aliments spécialement étiquetés, appelés "super aliments", a facilité le processus complexe consistant à consommer des aliments contenant les meilleurs nutriments et les plus vitaux ou des nutriments spécifiques nécessaires pour remédier à une carence nutritionnelle particulière (**Dini, 2019**).

Les super aliments sont censés fournir une quantité extraordinaire de nutriments, dont les autres aliments habituels ne sont pas capables ; ces nutriments sont bénéfiques pour la prévention de certaines maladies, ils favorisent la perte de poids et ont d'autres effets bénéfiques sur la santé, et ils contiennent également une quantité optimale de flavonoïdes (**Foster, 2007**).

Le yaourt est l'un des produits du lait fermenté le plus consommé au monde, où il a connu un développement spectaculaire au cours des dernières années. Il occupe une place très importante au sein d'une alimentation saine et équilibrée non seulement à cause de sa grande valeur nutritive, mais également grâce au plaisir que procure au consommateur. Il est obtenu par la fermentation lactique, due à l'activité de deux espèces des bactéries lactiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* (**Gürsoy, 2010**).

Les céréales sont des plantes cultivées principalement pour leurs graines utilisées dans l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques, souvent moulues sous forme de farine, mais aussi en grains et parfois sous forme de plante entière (fourrages). En alimentation humaine ce sont surtout le blé, le riz et secondairement le maïs et le millet qui sont utilisés aujourd'hui. L'orge sert surtout en brasserie pour la fabrication du malt. Certaines céréales secondaires sont remises au goût du jour avec le retour à une agriculture biologique, comme le seigle, l'avoine, la chia ou le quinoa. (**Alais et Linden, 1994**).

Le Codex Mendoza du XVI<sup>e</sup> siècle prouve que le chia était cultivé par les Aztèques à l'époque précolombienne, et les historiens économiques affirment qu'il était peut-être aussi important que le maïs en tant que culture vivrière. Vingt-et-un des trente-huit États provinciaux aztèques ont rendu hommage à

cette culture. Les graines de chia étaient l'aliment de base des cultures nahuatl (aztèques). Les chroniqueurs jésuites ont placé le chia comme la troisième culture la plus importante dans la culture aztèque, derrière le maïs et les haricots et devant l'amarante. Les offrandes faites aux prêtres aztèques étaient souvent faites en graines de chia (**Strom, 2012**).

Les graines de chia moulues ou entières sont utilisées en Argentine, en Bolivie, au Guatemala, au Mexique et au Paraguay pour la fabrication de boissons et d'aliments nutritifs (**Spiridon E. Kintzios 2000 ; Stephanie Strom 2012**). Le chia est cultivé à petite échelle dans sa patrie ancestrale du Mexique central et du Guatemala, et commercialement en Argentine, en Bolivie, en Équateur, au Guatemala et au Mexique.

Et concernant le millet Vers 10 000 av. J.-C. ont lieu des « révolutions néolithiques » en Chine. La culture du millet apparaît ainsi dans les bassins des fleuves Yangtsé et fleuve Jaune (**Hubert et Dominique Guillaud, 2005**), notamment il y a 11 000 ans dans les sites de Nanzhuangtou et de Donghulin qui révèlent des grains de *Setaria italica* (Millet des oiseaux) et de *Panicum miliaceum* (Millet commun) retrouvés sur des outils de pierre et dans des poteries, ces plantes étant devenues les cultures céréalières traditionnelles dominantes en Chine (**Xiaoyan Yang et al., 2012**).

Le quinoa n'est techniquement pas une céréale, mais plutôt une graine. C'est une graine naturellement sans gluten qui est souvent utilisée comme substitut du riz. Le quinoa contient également les neuf acides aminés essentiels, qu'il est important de consommer car l'organisme ne peut les produire (**Abugoch, 2009**).

On a souvent tendance à oublier ou à ne pas inclure ces grains nutritifs dans notre alimentation par manque de connaissance par les consommateurs. Pourtant, il existe une merveilleuse gamme de grains entiers et de graines qui sont souvent de petites mines d'or au niveau de leurs valeurs nutritives.

Le présent travail s'inscrit dans cette démarche qui a pour objectif principal de créer un produit qui rassemble ces grains pour que le consommateur profite de ces bienfaits d'une manière facile et pratique. Hormis l'introduction et la conclusion, le manuscrit est donc organisé en trois grandes parties.

- La première partie consiste en une synthèse bibliographique.
- La deuxième partie est réservée à d'écrire la méthodologie envisagée.
- Les résultats sont ensuite développés et discutés dans la troisième partie.

## **Partie 1 : Synthèse bibliographique**

## Chapitre 01 : Le yaourt

### 1. Définition :

Le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) est dérivé du mot turc (yoghurmak) signifiant « épaissir ».

- Selon le Codex Alimentarius (**Codex Stan A-11 (a), 1975**), le yaourt est défini comme un produit laitier coagulé obtenu par fermentation de l'acide lactique sous l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en solides secs) avec ou sans ajouts facultatifs (lait en poudre, lait écrémé en poudre, etc.).

- Les laits fermentés sont des produits laitiers obtenus par une fermentation essentiellement lactique du lait, qui aboutit à son acidification et à sa gélification. Contrairement aux fromages, la coagulation est due uniquement à l'action des bactéries lactiques et ne fait pas intervenir de coagulant. Historiquement, il s'agissait de permettre une meilleure conservation du lait, matière première rapidement périssable. Depuis le siècle dernier, ces produits ont gagné de l'intérêt auprès des consommateurs du fait de leurs propriétés nutritionnelles mieux connues, de leurs caractéristiques organoleptiques agréables (fraîcheur, acidité et onctuosité) et de leur diversité. (Catherine, 2019).

### 2. Classification du yaourt :

- Suivant le procédé technologique et plus précisément le niveau d'élaboration du produit à conditionner, le yaourt est classé en plusieurs types :

- **Yaourt ferme (étuvé)**, à incubation et refroidissement en pot ;
- **Yaourt brassé**, à incubation en cuve et refroidissement avant le conditionnement ;
- **Yaourt boisson**, similaire au type brassé mais dont le coagulum est "réduit" à l'état liquide avant le conditionnement ;
- **Yaourt glacé**, à incubation en cuve et congélation comme de la crème glacée ;
- **Yaourt concentré**, à incubation en cuve, concentration et refroidissement avant le conditionnement. Ce type de yaourt est quelquefois dénommé yaourt filtré. Par ailleurs et bien que la tendance à revenir au yaourt naturel soit clairement perceptible sur certains marchés, les agents de sapidité, les aromatisants et les fruits et baies au sirop, transformés ou en purée, sont les additifs courants.

- **Yaourt aromatisé** : des arômes naturels extraits de fruits ou des arômes de synthèse peuvent être additionnés en cours de conditionnement pour les yaourts fermes et en tanks pour les yaourts brassés et à boire. Quel que soit le type du yaourt, les arômes sont additionnés après pasteurisation.
- **Yaourt aux fruits** : On utilise des fruits sur sucre, c'est-à-dire des fruits qui ont été réduits en morceaux ou en purée, auxquels on a ajouté du sucre et qui ont été traités thermiquement. Les fruits représentent environ 15 % du total, le sucre en représentant environ la moitié. En outre et en réponse à une demande de plus en plus exigeante sur le plan diététique, d'autres types de yaourt ont fait apparition sur le marché, citons le yaourt partiellement écrémé dont le taux de matière grasse oscille entre 0,5 et 03% et le yaourt écrémé dont le taux de matière grasse n'excède pas les 0.5%. En fin des yaourts Actuellement, les édulcorants sont créés et conçus pour les diabétiques. (**Vignola, 2002**).

### 3. Les matières premières :

#### 3.1. Le lait :

Le yaourt est préparé essentiellement avec du lait pasteurisé, du lait reconstitué ou recombinaison pasteurisé, écrémé ou non, du lait concentré ou du lait sec écrémé ou non, de la crème pasteurisée ou un mélange de deux ou plusieurs de ces produits (**J.O.R.A, 1998**).

La réglementation Algérienne interdit l'incorporation, en tant que produit de substitution, de matières grasses et/ou protéiques d'origine non laitière (**J.O.R.A, 1998**).

#### 3.2. La poudre de lait :

Les poudres de lait sont fabriquées en retirant l'eau du lait et en la laissant s'évaporer autant que possible, ce qui entraîne la perte de l'eau et la transformation du lait en poudre. (**Arie et al, 2011**). La poudre de lait ne doit pas contenir plus de 5% d'eau. Elle est composée principalement par des matières protéiques, minérales, par le lactose et les vitamines (**Ireland et al., 2002**).

Lors de la reconstitution, une poudre de lait idéale doit mouiller rapidement, couler dans l'eau, se disperser complètement (en peu de temps) et ne présenter aucune trace de grumeaux ou de matières résiduelles insolubles (**Fitzpatrick, 2016**).

#### 3.3. L'eau :

Les principaux modes d'utilisation de l'eau dans l'industrie laitière sont les procédés technologiques, les systèmes de nettoyage, les systèmes de refroidissement et les générateurs de vapeur, c'est l'une des matières premières de tous les types des produits laitiers reconstitués et recombinaison. Elle doit être

potable, de bonne qualité, dépourvue de microorganismes et d'un niveau de dureté acceptable (Joanna, 2019).

### **3.4. Le sucre :**

Le sucre, saccharose, est une substance extraite du jus de la canne à sucre ou de la betterave sucrière par divers procédés chimiques (Kleiner, 2007). En raison de l'effet inhibiteur de sucre sur les bactéries de yaourt, le niveau ajouté ne doit pas dépasser 10 à 11% (Chandan, 2004).

### **3.5. Les additifs :**

Un additif alimentaire est une substance qui n'est pas habituellement consommée comme un aliment ou utilisée comme un ingrédient dans l'alimentation. Il est ajouté au mélange afin d'améliorer les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles ainsi que la consistance du produit fini. Ces composés comportent des arômes, des épaississants et des stabilisants (Géraldine, 2020).

#### **3.5.1. Les arômes :**

Ils sont ajoutés aux aliments pour donner une odeur et/ou un goût, exception faite des goûts acides, salés ou sucrés. Les arômes sont des additifs qui donnent aux aliments un goût ou une odeur particulière. Ils peuvent être dérivés d'ingrédients naturels ou créés artificiellement. Leur identification est rarement précisée par le fabricant, tant sur le produit fini qu'après demande médicale en cas de réaction adverse suspectée. Ils sont de plus en plus utilisés dans les aliments et les médicaments, particulièrement chez l'enfant, par exemple la Vanille et la vanilline (Santosh, 2012).

#### **3.5.2. Les stabilisants :**

Ce sont des substances qui, ajoutées à une denrée alimentaire, permettent de maintenir son état physico-chimique. Les stabilisants comprennent les substances qui permettent de maintenir la dispersion homogène de deux ou plusieurs substances non miscibles, ainsi que les substances qui stabilisent, conservent ou intensifient la couleur d'une denrée alimentaire (Anonyme, 2008).

#### **3.5.3 Les fruits :**

Les fruits dans les yaourts sont apportés sous forme de préparations avec ou sans sucres ajoutés. Les agents de texture, incorporés dans la préparation de fruits, participent également à l'amélioration de la texture des yaourts (Vignola, 2002).

#### 4. Les bactéries caractéristiques :

Les deux bactéries utilisées dans la préparation de yaourt, ont pour rôle principal d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel. Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles assurent une saveur caractéristique due à la production des composés aromatiques et à la production de polysaccharides (**Sodini et Beal, 2012**).

##### 4.1 Streptococcus Thermophilus :

*Streptococcus thermophilus* est une bactérie lactique largement utilisée pour la fabrication de plusieurs produits laitiers fermentés, tels que le yaourt et plusieurs fromages.

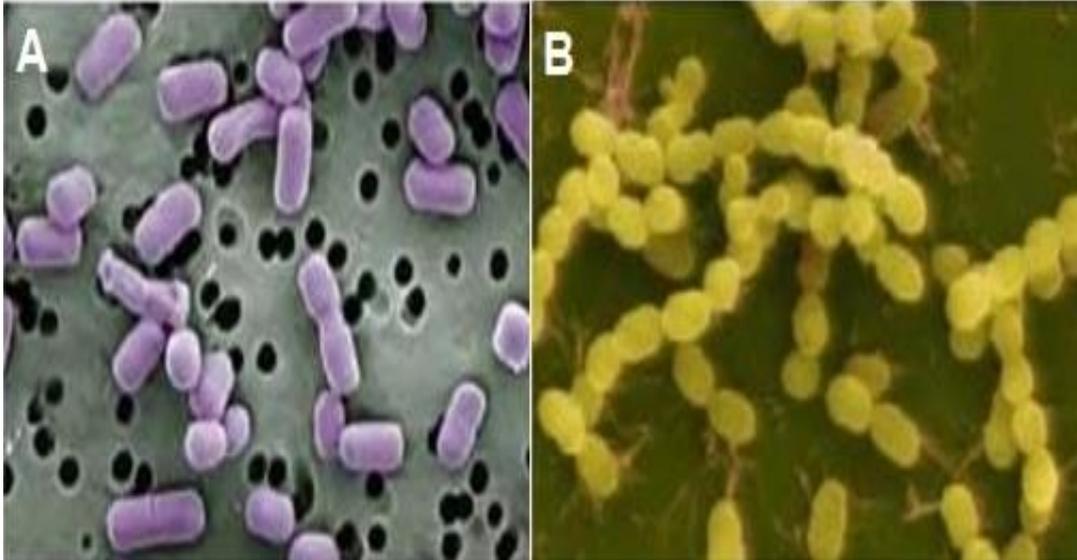
- *St. thermophilus* est un coccus à Gram positif, anaérobie facultatif, non mobile. On le trouve dans les laits fermentés et les fromages. C'est une bactérie dépourvue d'antigène du groupe D, thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60°C pendant 30 minutes (**Uriot, 2017**).

Elle est isolée exclusivement du lait et des produits laitiers sous forme de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou par paires (Figure 01, B). Sa température optimale de croissance varie entre 40 et 50°C et son métabolisme est du type homo fermentaire (**Lamoureux, 2000**).

Le rôle principal de *St.thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique. En plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnose, arabinose et de mannose) (**Bergamaier, 2002**).

##### 4.2 .Lactobacillus Bulgaricus :

Le *Lactobacillus bulgaricus* est utilisé dans l'industrie laitière pour transformer le lait en yaourt. C'est un bacille à Gram positif, immobile, asporulé, microaérophile. Il est isolé sous forme de bâtonnets ou de chaînettes comme l'indique la figure 01, A. Il possède un métabolisme strictement fermentaire avec production exclusive d'acide lactique comme principal produit final à partir des hexoses par voie d'Embden Meyerhof. Il est incapable de fermenter les pentoses. *Lb.bulgaricus* est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (**Ali et al., 2019**).



**Figure 1** : Aspect microscopique de bactéries lactiques,(**A**) : Aspect des cellules de *Lactobacillus bulgaricus*(Corrieu et Luquet, 2008) ;(**B**) :Aspect des cellules de *Streptococcus thermophilus* (Durso et Huktins, 2003).

## 5. Processus de fabrication :

Le procédé de fabrication diffère d'un type de yaourt à un autre, et les principales étapes sont illustrées dans le diagramme suivant :

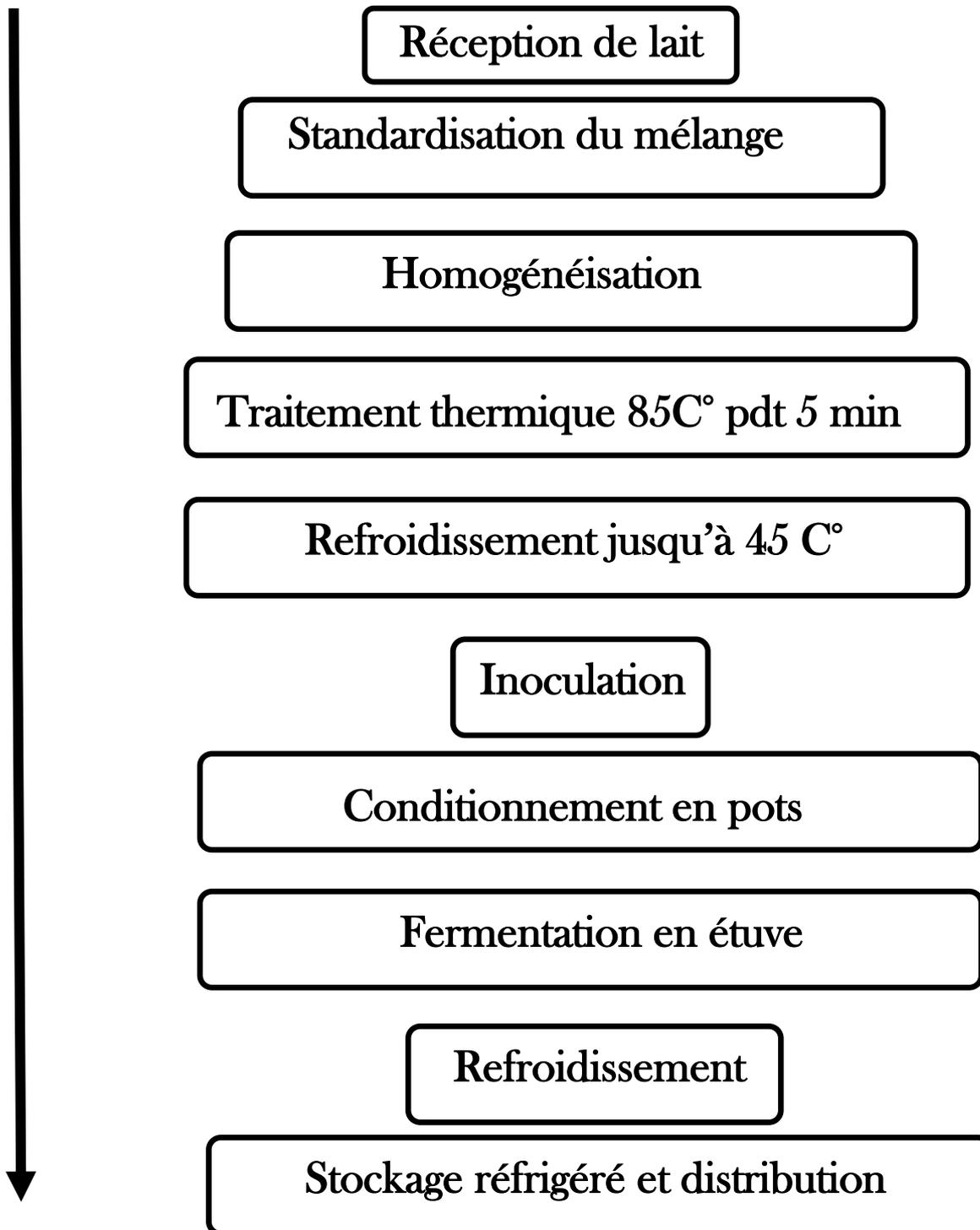


Figure 02 : Diagramme général de fabrication du yaourt (Beal *et al.*, 2008).

## 5.1 Standardisation et homogénéisation :

Le yaourt doit être fabriqué à partir d'un lait de qualité bactériologique extrêmement élevée. Il doit contenir moins de bactéries et d'autres éléments qui limitent la croissance du levain du yaourt. Les antibiotiques et les bactériophages ne doivent pas être présents dans le lait. (Sodini et Béal, 2012). Dès la réception du lait ou de toute autre matière première, il est crucial de mettre en place des méthodes et des procédures rapides et faciles pour identifier les irrégularités et les pertes de contrôle potentielles. (Amellal-Chibane, 2008).

La standardisation du lait fait référence à la standardisation de la teneur en matières grasses et en solides non gras (SNF). La teneur en matière grasse du lait bovin varie de 3,2 % à 4,2 % p/p. La teneur en matière grasse du lait est ajustée pour varier de <0,5%, pour le lait écrémé, à 1,5%-2%, pour le lait demi-gras, à 3,5% pour le lait entier. En ce qui concerne le yaourt la teneur en matières grasses varie de 0,1 % à 10 % en fonction des demandes des consommateurs. En pratique, pour atteindre la teneur en matière grasse souhaitée, il faut soit ajouter du lait écrémé ou de la matière grasse du lait, soit séparer la matière grasse du lait par centrifugation et mélange de la matière grasse du lait avec du lait écrémé. Le processus de normalisation Le processus de normalisation est d'une importance capitale, car la teneur en matière grasse du lait influence les caractéristiques du yaourt ; l'augmentation de la teneur en matières grasses du lait entraîne une augmentation de la consistance et de la viscosité du yaourt. De plus, la teneur en matières grasses du lait affecte la vitesse maximale de diminution du pH et la phase de latence du pH pendant la fermentation du yaourt (Soukoulis, 2007).

Le principe de base de l'homogénéisation du lait est de soumettre les globules gras du lait à des conditions sévères afin de rompre la membrane qui les entoure, puis de maintenir les nouveaux globules en dispersion pendant qu'une nouvelle membrane se forme à l'interface graisse-sérum. Les conditions sévères qui provoquent l'homogénéisation du lait peuvent être obtenues par l'application d'une pression vitesse d'écoulement du lait, ou des vibrations à haute fréquence (>10 kHz). La contrainte de cisaillement et le gradient de température développés dans ces conditions entraînent un phénomène de cavitation qui contribue au processus d'homogénéisation (Ion-Titapiccolo, 2013).

## 5.2 Le traitement thermique :

Le traitement thermique du lait est effectué pour garantir la sécurité du produit, qu'il s'agisse du lait lui-même ou de tout autre produit laitier. Ou de tout autre produit laitier, et pour exploiter plusieurs effets de l'augmentation de la température sur certains composants du lait, ce qui facilite les processus ultérieurs de fabrication des produits laitiers. Le traitement thermique du lait réduit le nombre de micro-organismes pathogènes à des limites sûres pour la santé du consommateur. Différents traitements thermiques peuvent être appliqués, qui sont classés en fonction de la durée et de la température (tableau 1) (**Tamime, 2007**).

Les plus courants sont la thermalisation (mentionnée à la section 2.1), la pasteurisation basse et haute, stérilisation et UHT (Ultra Heat Treatment). La pasteurisation basse se réfère au traitement thermique du lait à 63-65 °C pendant 20 minutes ou à 72-75 °C pendant 15-20 secondes (HTST, High Temperature Short Time). Au cours de ce processus, la plupart des agents pathogènes, des bactéries végétatives, des levures et des moisissures sont tués. De plus, avec la

En outre, avec la pasteurisation à basse température, plusieurs enzymes deviennent inactives, tandis que le goût du lait est à peine altéré. En outre, peu ou pas de protéines sériques sont dénaturées, et les propriétés d'agglutination à froid et de bactériostase restent pratiquement intactes. Un traitement thermique plus intense est la pasteurisation à haute température. Un traitement thermique plus intense est la pasteurisation à haute température qui nécessite une température de 85 °C pendant 20-30 minutes ou de 90-95 °C pendant 5 minutes (**Walstra, 2006**).

**Tableau01** : Impact de différentes techniques de traitement thermique sur les propriétés du lait et du yaourt affectant la saveur et la texture (Walstra *et al* ,2006)

Traitement du lait	Description du traitement	Effet sur le lait	Effet on Yogurt
<b>Thermisation</b>	Chauffage à 60-69 °C, pendant 20-30 s	Mort des bactéries non résistantes à la chaleur. Inactivation de plusieurs enzymes	Caractéristiques affectées par traitement ultérieur
<b>Faible pasteurisation</b>	Chauffage à 63-65 °C pendant 20 min/à 72-75 °C pendant 15-20 s (HTST)	Mort de la plupart des pathogènes, des bactéries végétatives bactéries, levures et moisissures. Dénaturation de plusieurs enzymes, dénaturation de plusieurs protéines du lactosérum	Légère augmentation de la viscosité et de la fermeté
<b>Haute pasteurisation</b>	Chauffage à 85 °C pendant 20-30 min/à 90-95 °C pendant 5 min	Mort de la plupart des microorganismes végétatifs des micro-organismes végétatifs, à l'exception des spores. Désactivation de la plupart des enzymes. Dénaturation de la plupart des protéines du lactosérum.	Augmentation importante de la viscosité et de la fermeté
<b>Stérilisation</b>	Chauffage à 110 °C pendant 30 min/à 130 °C pendant 40 s	Extermination de tous les micro-organismes. Désactivation de la plupart des enzymes. Dénaturation des protéines du lactosérum et agrégation des caséines (micelles de caséine) et MFG. Affaiblissement de l'intensité de la saveur. Assombrissement de la couleur	Incorporation des protéines de lactosérum dans la matrice de caséine. Augmentation très importante de la viscosité et de la fermeté
<b>Traitement thermique ultra (UHT)</b>	Chauffage à 145 °C pendant 1-2 s	Extermination de tous les micro-organismes. Légère détérioration de la saveur. Dénaturation des protéines du lactosérum ( $\beta$ -lactoglobuline, albumine sérique, plusieurs Immunoglobulines.	Augmentation moyenne de la viscosité et fermeté

### 5.3 Fermentation lactique :

Le processus de fermentation est l'étape la plus importante de la fabrication du yaourt. C'est au cours de cette étape que se forme le caillé du yaourt, dont les caractéristiques texturales et la morphologie favorisent la croissance des colonies. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (LB) est une bactérie anaérobie en forme de bâtonnet, à Gram positif, dont la température de croissance optimale est de 40-44 °C. LB peut produire de très grandes quantités d'acide lactique en métabolisant le lactose. Ces deux espèces présentent une synergie dans l'environnement du lait, métabolisant le lactose en acide lactique et provoquant une réduction du pH du lait. La synergie entre ST et LB est basée sur leurs caractéristiques individuelles, ce qui permet d'obtenir un métabolisme du lactose et une production d'acide lactique plus élevés que si chacun agissait individuellement. ST est plus "aérotolérante" que LB, n'a pas une bonne capacité protéolytique par rapport à LB, mais possède une plus grande activité peptidase. Lorsqu'elles sont cultivées ensemble dans du lait, ST se développe d'abord vigoureusement, alors que LB se développe lentement. ST, en raison de sa grande activité protéolytique, crée une abondance de peptides qui stimulent la croissance de LB (Vedamuthu, 2006).

### 5.4 Conditionnement et stockage :

Le yaourt conditionné dans des pots en verre ou en plastique est stockées en chambres froides à 4°C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement. À ce stade, elles sont prêtes à être consommées. La durée limite de leur consommation est de 28 jours. Pendant le stockage, les bactéries lactiques maintiennent une activité réduite. Cette évolution appelée post-acidification et qui se traduit par une légère baisse du pH surtout pendant les 2 premiers jours de stockage. (Luquet et Corrieu, 2005).

## **Chapitre 02 : Les super-aliments :**

### **1. Introduction :**

Le terme "super aliment" est un terme relativement nouveau qui désigne des aliments offrant un maximum de bienfaits nutritionnels pour un minimum de calories. Ils regorgent de vitamines, de minéraux et d'antioxydants.

Aucun critère standard ni aucune définition légale ne permet pour l'instant de classer un aliment comme super-aliment. Cependant, la plupart des super aliments sont d'origine végétale.

Premières utilisations du terme "super-aliment" l'Oxford English Dictionary indique que le terme "super-aliment" a été utilisé pour la première fois en 1915. Lorsqu'un article du journal de Kingston, en Jamaïque, le Daily Gleaner, a déclaré, vraisemblablement sur un ton satirique, qu'il avait changé la teneur de son humeur, et sagement écrit le vin comme super-aliment La collection de journaux numérisés de la Bibliothèque nationale d'Australie, qui est consultable via la base de données Trove, constitue une bonne référence pour enquêter sur l'utilisation historique du mot au XXe siècle en Australie (OED en ligne, 2014).

### **2. Définition :**

Les super aliments sont des aliments qui ont une densité nutritionnelle très élevée. Cela signifie qu'ils fournissent une quantité importante de nutriments pour très peu de calories. Ils contiennent un volume élevé de minéraux, de vitamines et d'antioxydants.

Les antioxydants sont des molécules naturelles présentes dans certains aliments. Ils aident à neutraliser les radicaux libres dans notre corps. Les radicaux libres sont des sous-produits naturels de la production d'énergie qui peuvent faire des ravages dans l'organisme.

Les molécules antioxydantes diminuent ou inversent les effets des radicaux libres qui ont des liens étroits avec les problèmes de santé suivants : Maladie cardiaque, cancer, arthrite, accident vasculaire, cérébral, maladies respiratoires, déficience immunitaire, emphysème, maladie de Parkinson (Megan, 2019).

### **3. Super aliments courants**

Des études ont démontré que les super aliments riches en antioxydants et en flavonoïdes contribuent à prévenir les maladies coronariennes et le cancer, ainsi qu'à améliorer l'immunité et à réduire l'inflammation.

La consommation régulière de fruits et légumes est également fortement associée à un risque plus faible de nombreux problèmes de santé liés au mode de vie et à la mortalité globale.

Les nutriments qu'ils contiennent favorisent un teint, des ongles et des cheveux sains et augmentent les niveaux d'énergies, Ils peuvent également contribuer au maintien d'un poids santé (**Lobo et al, 2010**).

#### ❖ Les baies

Il a été démontré que les niveaux élevés de flavonoïdes dans les baies réduisent le risque de crise cardiaque. Les baies d'açaï, les myrtilles, les framboises, les cerises acides, les canneberges et les baies de goji sont quelques exemples de baies super-alimentaires communément identifiées.

Elles présentent les avantages suivants :

- Baies d'açaï : Ce sont de petites baies violet foncé cultivées en Amérique du Sud. Elles contiennent 19 acides aminés et de nombreux antioxydants.
- Les myrtilles : Elles sont riches en fibres, en manganèse et en vitamine K. Les canneberges sont riches en un flavonoïde particulier qui aide à réduire le risque d'infection des voies urinaires.
- Baies de Goji : Il s'agit d'une petite baie rouge originaire d'Asie, riche en vitamine C et E, ainsi qu'en différents types de flavonoïdes. Elles sont fréquemment utilisées dans la médecine orientale pour aider à traiter le diabète et l'hypertension artérielle et à préserver la santé des yeux, du foie et des reins (**Yao, 2004**).

#### ❖ Soja

Les graines de soja ont une forte concentration d'isoflavones, un type de substances phytochimiques. Les substances phytochimiques sont des composés présents naturellement dans les plantes.

Certaines recherches démontrent que les isoflavones contenues dans le soja contribuent à réduire la quantité de lipoprotéines de basse densité (LDL) ou "mauvais" cholestérol dans le sang. Quelques études ont montré que le soja peut prévenir les pertes de mémoire liées à l'âge. Les isoflavones de soja pourraient également réduire la perte osseuse et augmenter la densité minérale osseuse pendant la ménopause, tout en diminuant les symptômes de la ménopause (**Barrett, 2006**).

### ❖ Le thé

Le thé contient peu de calories, contribue à l'hydratation et constitue une bonne source d'antioxydants.

Les catéchines, de puissants antioxydants que l'on trouve principalement dans le thé vert, ont des propriétés anti-inflammatoires et anti-cancérogènes bénéfiques.

Une étude publiée dans le Journal de Physiological Anthropology a examiné les effets de la consommation de thé vert, de thé blanc et d'eau sur les niveaux de stress de 18 étudiants.

L'étude suggère Source sûre que le thé vert et le thé blanc ont tous deux réduit les niveaux de stress et que le thé blanc a eu un effet encore plus important. Des études de plus grande envergure sont nécessaires pour confirmer cet éventuel effet bénéfique pour la santé. Le thé vert pourrait également avoir un effet anti-arthritique en supprimant l'inflammation globale (**webb, 2011**).

### ❖ Légumes-feuilles

Le chou frisé, les épinards, les betteraves et le chou cavalier sont souvent considérés comme des légumes verts feuillus super-alimentaires. Ces aliments sont riches en vitamines A, C, E et K, et en nombreuses vitamines B.

Les légumes verts à feuilles contiennent également une abondance de caroténoïdes, de fer, de magnésium, de potassium et de calcium.

Une tasse de chou frisé fournit 550 microgrammes (mcg) de vitamine K, soit plus de 680 % des besoins quotidiens d'une personne. Le chou frisé et les autres légumes verts à feuilles sont riches en fibres et en eau, deux éléments qui contribuent à prévenir la constipation et à favoriser la régularité et la santé du tube digestif (**Lin, 2016**).

### ❖ Autres super aliments :

- Les super aliments qui gagnent en popularité comprennent :

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| -la spiruline.   | -les algues bleues.  |
| -l'ail.          | -l'herbe de blé.     |
| -Le millet.      | -Curcuma.            |
| -noix du Brésil. | -Orge.               |
| -Le quinoa.      | -Les grains de chia. |

#### 4. Régime alimentaire :

Une personne peut intégrer ces aliments dans un régime alimentaire sain et varié lorsqu'ils sont disponibles. Cependant, il ne faut pas dépenser trop ou chercher trop loin pour les trouver.

Le secret, c'est que n'importe quel légume vert à feuilles ou n'importe quelle baie que l'on trouve dans un magasin d'alimentation procure les mêmes avantages que les super aliments vendus à un prix élevé.

Achetez vos produits en saison et auprès de sources locales pour vous assurer de la meilleure teneur en nutriments. Ne négligez pas non plus l'humble pomme ou carotte, tous les fruits et légumes sont essentiellement des super aliments.

Remplacer autant d'aliments transformés que possible par des aliments complets améliorera considérablement la santé (FDA, 2016).

##### ➤ Conseils rapides :

Ces conseils peuvent vous aider à intégrer davantage de super aliments dans votre alimentation :

- Regardez les couleurs dans votre assiette. Tous vos aliments sont-ils bruns ou beiges ? Alors il est probable que les niveaux d'antioxydants soient faibles.
- Ajoutez des aliments riches en couleurs comme le chou frisé, les betteraves et les baies.
- Ajoutez des légumes verts râpés aux soupes et aux sautés.
- Essayez de remplacer le bœuf ou la volaille par du saumon ou du tofu.
- Ajoutez des baies aux flocons d'avoine, aux céréales, aux salades ou aux produits de boulangerie.

Assurez-vous de consommer un fruit ou un légume à chaque fois que vous mangez, y compris aux repas et aux collations.

Prenez chaque jour un thé vert ou un thé matcha.

Utilisez le curcuma, le cumin, l'origan, le gingembre, le clou de girofle et la cannelle comme épices pour augmenter la teneur en antioxydants de vos repas.

Grignotez des noix, des graines (en particulier des noix du Brésil et des graines de tournesol) et des fruits secs (sans sucre ni sel ajouté) (FDA, 2017).

## Chapitre 03 : Les grains nutritifs :

### Introduction :

Les graines sont de petites plantes embryonnaires avec une enveloppe extérieure. Elles sont le produit de l'ovule mûr des plantes à fleurs après la phase de reproduction. La couche externe des graines est riche en minéraux, notamment en potassium (K<sup>+</sup>), magnésium (Mg<sup>2+</sup>) et calcium (Ca<sup>2+</sup>). Les graines contiennent également des vitamines E, K, B1 et B6 ainsi que des substances phytochimiques bioactives qui protègent la graine du stress oxydatif. Certaines graines, comme le chia, sont riches en acides gras insaturés tels que les AGMI et les AGPI essentiels comme le linoléique. AGPI essentiels comme l'acide linoléique et les acides  $\alpha$ -linoléiques 17. La teneur en polyphénols bioactifs contenus dans les graines s'opposent aux radicaux libres dérivés de l'oxygène. En outre, les graines contiennent la teneur la plus élevée en phytostérols parmi les sources alimentaires végétales (Paterson, et al., 2011).

La consommation des graines nutritives est très bénéfique pour la santé et la prévention des maladies. Les recherches actuelles sur les graines font allusion à leur haute densité énergétique et nutritionnelle, Certaines graines sont réputées pour leurs composés bioactifs. L'endosperme de certaines graines contient des protéines de haute qualité, des glucides complexes et des lipides. De grandes études d'observation ont trouvé une association entre la consommation de protéines végétales et une réduction de la l'incidence des maladies coronariennes ; toutefois, elles n'ont pas observé le même effet avec un régime de protéines animales 25. Avec un régime à base de protéines animales 25. Des données récentes indiquent que la consommation de graines entières peut favoriser la santé cardiaque indépendamment de l'apport alimentaire habituel (Munter et al., 2007).

**Tableau 02 : Valeurs nutritionnels des graines sélectionnées : quinoa, millet, chanvre, sésame, chia (Département d'agriculture d'USA 2018).**

	Quinoa	Millet	Chanvre	Sésame	Chia
Energie (Kcal/100g)	399	378	553	573	486
Protéines	16.5	12	31.6	17.7	16.5
Lipides	6.3	4.2	48.8	49.4	30.7
glucides	69	72.9	8.67	23.5	42.1
fibres	3.8	8.5	4.0	11.8	34.4

## 1. Les grains de chia :

### 1.1 Historique :

La chia est une plante herbacée annuelle indigène du centre du Mexique et du nord du Guatemala qui appartient à la famille des Lamiaceae. La chia a été classé par le botaniste suédois Carl Von Linné en 1753, qui l'a nommé *Salvia* (sauver ou guérir) *hispanica* (espagnol) qui signifie en latin plante espagnole à guérir ou à sauver (Sosa, 2016). Cette espèce n'est pas originaire d'Espagne, mais elle a été transportée par Cristobal Colón du Mexique vers ce pays. En langue nahua, le mot Chian (aujourd'hui appelé chia) signifie huileux, donc les Aztèques ont utilisé le mot chia pour désigner toutes les épices du genre *Salvia*, dont la principale caractéristique est leur haute teneur en huile (Sosa, 2016).

### 1.2 Classification botanique de *Salvia hispanica* L. :

-*Salvia hispanica* L. est caractérisée par :

- ✓ Des tiges ramifiées de section quadrangulaire et creuse (figure 03) (López *et al.*, 2017).
- ✓ Des feuilles vert citron ovales sont disposées de manière opposée (figure 03) de 80 à 100 mm de longueur et 40 à 60 mm de largeur, portées par un pétiole de 40 mm de long et ont des bords dentelés (López *et al.*, 2017).
- ✓ Les graines sont molles et brillantes, de couleur gris-brun avec des taches brunes foncés (figure 03) qui peuvent parfois être blanches (Di Sapio *et al.*, 2012), elles sont petites et légères ainsi le poids des 1000 graines peut varier de 0,94 et 1,29 g (Busilacchi *et al.*, 2013), *S hispanica* L. est une plante autogame, les insectes sont responsables de la pollinisation croisée, mais la reproduction la plus couramment rencontrée est accomplie grâce aux semences (López, 2017).

**Tableau 03 :** Classification botanique du grain de chia (Chase, 2009).

Clade :	Angiospermes
Famille :	Lamiaceae
Ordre :	Lamiales
Règne :	Plantae.
Sous famille :	Nepetoideae
Tribu :	mentheae



**Figure 03 :** Différents organes de la plante de *Salvia hispanica* L. A: exo morphologie des fruits ; B: aspect général d'un individu adulte (Di Sapio *et al.*, 2012) ; C: graines de chia foncées (côté gauche) , Valdivia et Tecante , 2015) ; D: graines entières (image approximative) (Grancieri *et al.*, 2019) ; E: plante ; F et G: fleurs (Orona-Tamayo *et al.*, 2017).

### 1.3 Usage traditionnel :

Au 15<sup>ème</sup> siècle en Mexique les nations de l'Alliance aztèque ont utilisé les graines de chia comme aliment à haute teneur énergétique, comme médicament pour le traitement des maladies et comme offrande aux dieux aztèques lors de rites religieux (Akinfenwa *et al.*, 2020).

La chia était utilisée par les Aztèques comme nourriture, mélangé à l'eau et consommé comme boisson, moulu en farine, incluse dans les médicaments, donnée aux oiseaux, et pressée pour l'huile à utiliser comme base pour le visage et le corps peintures et pour protéger les statues et les peintures religieuses des éléments, servi de revitalisant pour les combattants qui sont partis à la guerre, et pour les femmes qui se préparent à l'accouchement (López *et al.*, 2017),

Les graines et la farine de chia pouvait être stocké pendant de nombreuses années et était considéré comme une graine hautement énergétique, par conséquent, c'était un aliment essentiel lors de la conduite d'exercices militaires (Coates, 2011).

L'importance de l'utilisation de la chia comme ingrédient dans les boissons et les aliments au Mexique précolombien a été soulignée par plusieurs auteurs. La pratique courante de torréfaction et de broyage des graines pour produire de la farine, connue comme Chianpinolli, qui a été incorporé à tortillas, tamales et plusieurs boissons aztèques connues sous le nom de Chianatoles. Pour les Aztèques, la récolte de chia était aussi importante que le maïs, et avec amarante ces cultures étaient très appréciées (**Valdivia-López et Tecante, 2015**).

#### 1.4 Intérêt nutritionnel :

La chia est une culture oléagineuse avec une forte production d'acides gras, particulièrement d'oméga-3, d'oméga-6 et de fibres.

→ Elle est surtout utilisée pour des intérêts culinaires comme pour la phytoremédiation. Les graines à leurs tours, peuvent être consommées entières, après extraction de l'huile, ou moulues comme additif à d'autres ingrédients alimentaires (**Ayerza et Coates, 2004**). Les graines de chia présentent une teneur élevée en protéines, et sont utilisées pour leurs Généralités 6 propriétés nutritionnelles et médicinales, surtout pour améliorer l'endurance des athlètes lors de leurs activités physiques, comme coupe-faim, comme agent amincissant, comme contrôle glycémique et comme régulateur intestinal (**Bohicchio et al., 2015**). Également, lors de l'imbibition, les graines hydratées secrètent un mucilage, la production de ce mucilage suggère de nombreuses applications (**Bohicchio et al., 2015**), comme dans les boissons appelées "aguafresca" ou "chia fresca" au Mexique. Elle est aussi utilisé couramment dans la préparation de l'eau douce, et comme enrichissant de produits de boulangerie (**López et al., 2017**).

→ Selon (**Ayerza et Coates, 2011**) un adulte ayant un apport de 2700 calories aurait besoin de 22,5 à 26,5 g/jour de graines ou de 6,9 à 7,9 g/jour d'huile pour atteindre les recommandations quotidiennes requises d'acides gras en  $\omega$ -3.

→ La chia peut être incorporé dans l'alimentation humaine pour sa teneur et sa composition en protéines. L'huile extraite de la chia peut être utilisée comme assaisonnement (**Muñoz et al., 2013**), ou peut être ajoutée pour obtenir des aliments fonctionnels en association avec les graines. Les graines de chia ne contiennent pas de gluten ce qui les rend intéressants pour les régimes sans gluten qui sont de plus en plus adoptés. En effet, l'addition de chia aux farines sans gluten améliore leurs qualités nutritionnelles et n'affecte pas négativement leurs caractéristiques organoleptiques (**Steffolani et al., 2014**).

## 2. Les grains de millet

### 2.1. Historique du millet :

Le millet est une céréale cultivée depuis plus de 3500 ans dans tout le Sahel (la Gambie, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal et le Tchad) et les pays tropicaux d'Afrique de l'Ouest. Originaire du Niger et du Mali, sa culture s'est diffusée en Afrique équatoriale puis vers l'Inde, notamment grâce à une adaptation génétique à différents climats, un des facteurs clés de la domestication et de la diffusion des plantes cultivées (Vigouroux, 2009). En Algérie sa culture est surtout répandue au Sud-Ouest du pays. Dans la région d'Adrar, il était anciennement cultivé partout dans les oasis de différentes régions (Touat, Gourara et Tidikelt) (**Rahal et al., 2006**).

### 2.2. Définition :

« Millet » est un terme générique qui désigne plusieurs espèces dont les grains servent dans l'alimentation humaine et animale. Le plus souvent, le terme réfère toutefois à une variété particulière ; le mil perlé, une céréale qui appartient à la famille des Poaceae (ex gramineae), tribu des Paniceae or c'est la variété la plus répandue à travers le monde. Elle est également appelée : *Pennisetum americanum*, *Pennisetum typhoides*, mil à chandelle ou mil pénicillaire. En Amérique du Nord, on la retrouve surtout sous sa forme décortiquée ou alors moulue en farine (**Caballero et al., 2003**).

Le mil à chandelle reste la principale source d'énergie de millions de personnes, or il est le pilier de la sécurité alimentaire au Sahel. C'est une des cultures vivrières les plus importantes de la région, avec deux autres céréales le sorgho et le riz (**Vigouroux, 2009**), il constitue la source quotidienne d'environ 495 kcal pour chaque citoyen (**FAO, 2004**). Au Niger, le deuxième producteur d'Afrique après le Nigeria, il couvre par exemple plus de 65 % de la surface cultivée et constitue près des trois quarts de la production céréalière du pays (**Vigouroux, 2009**). En Inde, le mil occupe la quatrième place après le riz, le blé et le sorgho (**Cirad, 2002**).

Le mil perlé est extrêmement résistant à la sécheresse et bien adapté aux sols pauvres et aux régions semi-arides et subtropicales (**Lestienne et al., 2007 ; Vigouroux, 2009**). Le semer s'effectue au début d'été, et la maturité a lieu dans 50 à 60 jours (**Myers et Ph.D, 2002**). La hauteur de la plante varie entre 1 et 3 m. Dans les zones humides, les plantes peuvent même atteindre 4 m de hauteur. Le système racinaire est concentré dans les trente premiers centimètres du sol, mais certaines racines peuvent descendre jusqu'à trois mètres de profondeur. Les feuilles ont une longueur variant de 20 à

100 cm pour une largeur variant entre 5 et 50 mm. La longueur de panicule (ou chandelle) varie de 10 cm à plus de 100 cm (Cirad, 2002).

## 2.1 Classification botanique :

*Panicum miliaceum*, le millet commun ou millet, est une espèce de plantes monocotylédones de la famille des Poaceae, sous-famille des Panicoideae, originaire de l'Asie tempérée.

Tableau 04 : Classification botanique du millet (Chase, 2009).

Clade	Angiospermes
Famille	<i>Poaceae.</i>
Ordre	<i>Poales.</i>
Règne	<i>: Plantae.</i>
Sous famille	<i>Panicoideae.</i>
Tribu	<i>Paniceae</i>

## 2.2 Descriptif du plant :

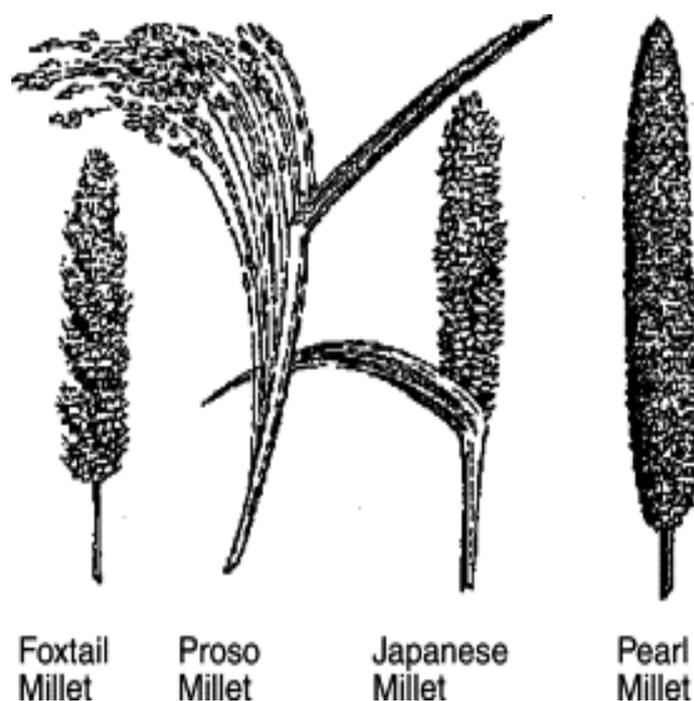
Le millet perlé est une herbe annuelle de la famille des *Poaceae*. Il s'agit d'une graminée annuelle érigée, atteignant jusqu'à 4 m de haut avec un système racinaire abondant. Les chaumes sont minces, 1-3 cm de large. Les feuilles sont alternes, simples, à limbe linéaire, pubescent, et finement dentelé, jusqu'à 1,5 m de long x 8 cm de large. L'inflorescence est une panicule de 12 à 30 cm de long. Les fruits sont des grains dont la forme diffère selon les cultivars. Il utilise la fixation du carbone C4 (Shakti *et al*, 2022).

Le grain de millet perlé est considéré comme un aliment de base en Afrique et en Inde, où il est utilisé pour fabriquer de la farine et d'autres produits alimentaires. En tant qu'aliment pour animaux, il est principalement cultivé pour produire du foin, de l'ensilage, de l'herbe verte, des pâturages et de la nourriture de réserve pour le pâturage direct (Hassanat, 2007).

. La canne de millet perlé est la partie de la plante qui reste après la récolte du grain et est un sous-produit fibreux à faible valeur nutritive. Cependant, des variétés à double usage (grain et fourrage) avec une meilleure qualité de fourrage sont en cours de développement. Des mutants " brown midrib " de millet perlé ont été utilisés pour augmenter la qualité du fourrage. Ils donnent des rendements plus faibles mais contiennent moins de lignine, plus de protéines brutes, ont une meilleure

dégradabilité et digestibilité de la matière sèche (MS), et leur qualité globale ne diminue pas aussi rapidement à mesure qu'ils mûrissent, comme c'est le cas avec les types de nervures normales (Shakti *et al* ,2022).

Des hybrides de millet perlé et d'herbe de Napier (*Pennisetum purpureum*) ont été développés. Ils bénéficient des caractéristiques souhaitables du millet perlé telles que la vigueur, la résistance à la sécheresse, la tolérance aux maladies, la qualité du fourrage et la taille des graines, tandis que l'herbe de Napier offre la rusticité, l'agressivité, la pérennité, la palatabilité et un rendement élevé en matière sèche (Timbo *et al.*, 2010).



**Figure 04 :** Quatre types du millet. (Nancie H. Herbold, in Field Guide to Appropriate Technology, 2003).

### 3. Les grains de quinoa :

#### 3.1 Origine du quinoa :

Le quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) a été décrit botaniquement pour la première fois en 1778 par Willdenow (botaniste et pharmacien allemand) comme une espèce originaire d'Amérique du Sud, dont le centre d'origine est situé dans les Andes (Dharm, 2019). Plus particulièrement des hauts plateaux (Altiplano) bolivien et péruvien (Wilson, 1990 ; Mujica *et al.*, 2001). À des altitudes de 3000 à 4000 mètres (Benlhabib, 2005).

Le quinoa cultivé le plus ancien a été trouvé sur les bords du lac Titicaca depuis plus de 5000 ans avant J.-C, constituait une source d'alimentation importante pour les populations précolombiennes, et parfois surnommé « graine des Incas » (Galwey *et al.*, 1990).

#### 3.2 Classification scientifique :

Le quinoa est une pseudo-céréale, de la famille des Chenopodiaceae (Jyoti et Chanu, 2018). Depuis 2009, une nouvelle classification dite phylogénétique (APG III) range le quinoa dans la famille des Amaranthaceae (Giusti, 1970 ; Herbillon, 2015).



**Figure 05** : Différentes variétés de quinoa (Del Castillo, Mahy *et al.*, 2008).

**Tableau 05 : Classification botanique du quinoa (Chase, 2009)**

<b>Clade</b>	<b>Angiospermes</b>
<b>Famille</b>	<b>Amaranthaceae</b>
<b>Ordre</b>	<b>Caryophyllales</b>
<b>Règne</b>	<b>Plantae.</b>
<b>Sous famille</b>	<b>chenopodioideae</b>
<b>Tribu</b>	<b>Atripliceae</b>

### 3.3. Composition nutritionnelle :

-Les quinoas sont riches en protéines, en acides aminés essentiels, en fibres alimentaires, en graisses, en minéraux, en vitamines et en antioxydants naturels. Etant une excellente source de fer. Le quinoa représente donc un aliment intéressant particulièrement pour les personnes végétariennes. Un très grand avantage, pour les personnes atteintes du syndrome du côlon irritable ou de la maladie cœliaque, est que le quinoa ne contient pas du gluten. (Jyoti et Chanu, 2018).

### 3.4. Utilisations :

Les principales utilisations du quinoa peuvent être résumées comme suit :

- Alimentation humaine : On peut consommer les graines, les feuilles tendres jusqu'au début de la panicule (teneur en protéines peut atteindre 33% de la matière sèche).
- Industrie alimentaire : Les grains et la farine de quinoa peuvent servir à la préparation de la plupart des produits de l'industrie de la farine. Le quinoa peut être associé aux légumineuses telles que les fèves, les haricots rouges afin d'améliorer la qualité nutritionnelle.
- Alimentation animale : La plante entière sert de fourrage vert
- Utilisations médicinales : Les feuilles, tiges et graines de quinoa servent à diverses applications médicinales grâce à leurs propriétés cicatrisantes, anti-inflammatoires, analgésiques (mal de dents) et désinfectantes des voies urinaires.
- Autres utilisations industrielles : Au quinoa est associé toute une gamme de sous-produits destinés à l'alimentation, au cosmétique, aux applications pharmaceutiques et à d'autres utilisations.

## **Partie 02 : Matériels et Méthodes**

## 1. Objectifs de l'étude :

Le principal objectif de notre travail est la création d'un produit nutritif et diététique nouveau à base des ingrédients naturelles. Pour atteindre cet objectif, nous avons fixé des critères en suivant ces étapes :

- Produire un pudding nutritif ayant une longue durée de conservation en utilisant le yaourt et les grains de chia comme agent épaississant ainsi que d'autres grains super-alimentaires (millets, quinoa).
- Le produit doit correspondre à une description, une mesure et une interprétation appropriées des caractéristiques qui doit être appréciées par le consommateur.

## 2. Matériel :

### 2.1. Matériel végétale :

Au cours de notre expérimentation, Nous avons utilisé les grains de chia le millet brun et le millet jaune décortiqué et les grains de quinoa tricolore qui ont été achetée dans des magasins des produits alimentaires naturels et diététique. Le choix de ces variétés est justifié par les critères suivants :

- Un bon rapport (valeur nutritionnelle/prix).
- La présence de ces grains dans le marché Algérien.
- l'absence d'un produit équivalent qui regroupe deux ou plus de ces grains ensemble.
- L'exigence du consommateur Algérien d'un produit qui porte les mêmes caractéristiques diététiques (sans gluten, sans sucre ajouté).
- Un effet bénéfique pour le tube digestif.

### 2.2. Matériels biologiques :

- Lait entier pasteurisé enrichie avec la poudre de lait 0 % MG.
- Yaourt nature et yaourt au bifidus : contient une dose de bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* et *Bifidobacterium*) a été acheté dans les supermarchés ou il est fabriqué dans la laiterie de SOUMAM-Akbou-Béjaia (les informations nutritionnelles ne sont pas mentionnées sur le produit).

### 2.3. Autres matériels :

- **Le matériel de mesure :**
  - Les bocaux en vers de 500 ml stérilisés pour l'ensemencement et des marmites en INOX pour la pasteurisation ;
  - Une balance électrique : pour les différentes pesées ;

- Un thermomètre digital : pour mesurer les différentes températures de pasteurisation de lait et de l'ensemencement des levains ;
- Un broyeur : pour rendre les grains de millet en poudre ;
- Un tamis : pour éliminer les grosses molécules ;
- Une passoire pour filtré le lait après l'ensemencement ainsi que pour décanter le yaourt et obtenir le lactosérum ;
- Un réfrigérateur : pour conserver le yaourt, un bec bunsen pour crée une zone stérile durent le remplissage, des boites en plastique avec couvercles ;
- Un four pour griller les grains, une plaque chauffante : pour pasteurisation du lait et un récipient isotherme (45°C) pour la fermentation.

### **3. Méthodes :**

#### **3.1. Premier Essai :**

Le principe de cet essai consiste à inclure les grains dans la préparation du yaourt étuvé à partir de l'égratignure.

##### **3.1.1. Préparation des grains :**

-Les grains millet jaune et brun ont été grillés et broyés.

-les grains de chia et les grains de quinoa n'ont subi aucune préparation avant leur ajout.

##### **3.1.2. Fabrication du yaourt :**

###### **➤ Préparation de lait :**

- ♦ 1L de lait entier à êtes mise dans une marmite en inox pour le pasteuriser à une température de 85°C pendant 10minutes, afin de détruire les microorganismes pathogènes et indésirables.
- ♦ Après la pasteurisation, le lait a été refroidis à la température d'ensemencement qui comprise entre 42 et 45°C, c'est la température idéale de développement des bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*.

➤ **Ensemencement :**

- ♦ L'ensemencement direct a été fait dans le lait en utilisant 100g de yaourt nature dans un litre de lait à 45 °C, bien remué le mélange afin qu'il devienne homogène.

➤ **L'ajout des grains et Le remplissage :**

- ♦ Nous avons choisi 4 échantillons plus un témoin dans chaque boîte contient 140 g de produit.
- ♦ **ECH** : 7g de chia dans la boîte.
- ♦ **ECHQ** : 7g de chia + 5g de quinoa.
- ♦ **ECHB** : 7g de chia + 5g millet brun.
- ♦ **ECHJ** : 7g de chia +5g millet jaune.
- ♦ Un témoin : yaourt sans grains.

➤ **Incubation :**

- ♦ Il a été fait dans un récipient de doubles parois isolant en liège bien fermé qui conserve la chaleur. Les boîtes déjà remplies ont été placées sur une grille au-dessus de l'eau à 45°C toujours dans le récipient isotherme, pour garder la température on réalise des contrôles tous les deux heures pendant environ les 6 heures, jusqu'à l'obtention d'une texture solide.

➤ **Refroidissement rapide :**

- Cette étape a été réalisée à une température  $\leq 4^{\circ}\text{C}$  pendant 30 minutes pour stopper la fermentation.

### **3.2. Deuxième Essai :**

- Le principe de cet essai consiste à constituer deux parts :

- ♦ Un pudding de chia.
- ♦ Un porridge de soit les grains de millet ou les grains de quinoa.

### 3.2.1. Préparation de pudding (Yaourt égoutté + Chia) :

#### ➤ Préparation de lait :

- ♦ 1L de lait entier à être mise dans une marmite en inox pour le pasteuriser à une température de 85°C pendant 10minutes, afin de détruire les microorganismes pathogènes et indésirables.
- ♦ Après la pasteurisation, le lait a été refroidis à la température d'ensemencement qui comprise entre 42 et 45°C, c'est la température idéale de développement des bactéries lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*.
- ♦ **Ensemencement :**
  - L'ensemencement direct a été fait dans le lait en utilisant 100g de yaourt au bifidus + 50g de yaourt nature dans un litre de lait à 45 °C, bien remué le mélange afin qu'il devienne homogène.

#### ➤ Incubation :

- ♦ Il a été fait dans un récipient de doubles parois isolant en liège bien fermé qui conserve la chaleur. Les bocaux en verts déjà remplis ont été introduire dans de l'eau à 45° toujours dans le récipient, pour garder la température on réaliser des contrôles tous les deux heures pendant environ les 6heures, jusqu'à l'obtention d'une texture solide.

#### ➤ Refroidissement rapide :

Cette étape a été réalisée à une température  $\leq 4^{\circ}\text{C}$  pendant 30 minutes pour stopper la fermentation.

Après l'obtention de notre yaourt on le fait un égouttage à l'aide d'une passoire et des compresses stériles puis un brassage à l'aide d'un fouillé pour mélanger le yaourt par un mouvement circulaire en incorporant les grains de chia en même temps jusqu'à l'obtention d'un yaourt brassé bien homogène et que les grains sont bien dispatchés.

### 3.2.2. Préparation de porridge :

#### A. Porridge de millet :

-Porridge de millet brun : Le millet brun a été broyé finement après être grillé dans le four pendant 10 min à 160 °C.

-La poudre de millet brun est mélangé avec de l'eau, dans une casserole en inox, ensuite nous avons ajoutés 50g de poudre de datte plus 5g de cannelle et 2g de sel.

-Nous avons mis le mélange à feu moyen jusqu'à ce qu'il commence à épaissir puis nous avons ajoutés le lactosérum de notre yaourt égoutté, pour une meilleure texture.

-Porridge de millet jaune : Le millet jaune a été rincé trois fois, puis mélangé avec de l'eau, dans une casserole en inox, ensuite nous avons ajoutés 50g de poudre de datte plus 5g de cannelle et 2g de sel.

Nous avons mis le mélange à feu moyen jusqu'à ce qu'il commence à épaissir, Nous avons ajoutés le lactosérum de notre yaourt égoutté, pour une meilleure texture.

#### B. Porridge de quinoa :

- Le quinoa a été rincé trois fois, puis mélangé avec de l'eau, dans une casserole en inox, ensuite nous avons ajoutés 50g de poudre de datte plus 5g de cannelle et 2g de sel.

## 4. Analyses sensorielles :

### 1/Première essai :

- Les sens ne se limitent pas à une réaction physiologique mais prennent en compte l'expérience des dégustations. Les paramètres organoleptiques sélectionnés sont essentiellement :

→ L'apparence (couleur, aspect) révélée par la vision.

→ La saveur (arôme, saveur) révélée par le goût.

→ La texture (résistance, consistance) révélée par le toucher.

• L'analyse sensorielle a été effectuée avec quatre échantillons de yaourt + un témoin :

✓ **ECH** : un mélange contient les grains de chia.

✓ **ECHQ** : un mélange contient les grains de chia + les grains de quinoa

✓ **ECHB** : un mélange contient les grains de chia + le millet brun

✓ **ECHJ** : un mélange contient les grains de chia + le millet jaune.

✓ **EY** : Le yaourt seul comme un témoin.

-Ces analyses ont été effectuées dès que le produit a été prêt, tous les échantillons sont retirés du réfrigérateur et présentés dans des pots et des étiquetés avec un code (abréviations).

-Le test de dégustation a été réalisé selon une fiche de dégustation préalablement préparée. Il s'agit de présenter les différents échantillons fabriqués aux dégustateurs composés de 15 personnes de la région de Tlemcen.

-Les fiches de dégustation sont reproduites en annexe.

## **2/Deuxième Essai :**

-Nous avons effectué un questionnaire bien détaillé qui représente notre produit fini avec ces variétés et toutes ces propriétés.

-Il a été répondu par 50 personnes de la région de la wilaya de Tlemcen.

- Les membres des dégustateurs ne doivent pas fumer avant et pendant la dégustation, ils ne doivent pas être malades, surtout pas avoir faim, ni soif, ni consommer des aliments à parfum fort (café). Donc, il faut servir aux sujets une quantité suffisante qui leur permettra de déguster autant de fois qu'ils le désirent à condition que les dégustateurs doivent individuellement évaluer chaque type de pudding. Lorsqu'ils passent d'un échantillon à un autre, ils doivent se rincer la bouche avec de l'eau afin d'effacer le goût de l'échantillon précédent.
- Les fiches de dégustation sont reproduites en (**annexe**).

## **Partie 03 : Résultats et discussion**

## I. Résultats :

### 1. Résultats d'analyse sensorielle du premier essai :

- Après La réalisation des tests de dégustation qui ont été menée par 15 dégustateurs, qui ont évalué les paramètres organoleptiques de notre produit de premier essai, qui contient différents contenance en grains comme il est représenté dans le tableau suivant.

**Tableau 06 :** Moyenne des résultats de l'analyse sensorielle du premier essai.

Les Essais Réalisés La note	Apparence	La texture	Sensation dans la bouche	Le goût	La note Finale
<b>E<sub>CH</sub></b>	3/5	4/5	4/5	5/5	16/20
<b>E<sub>CHB</sub></b>	2/5	3/5	1/5	3/5	9/20
<b>E<sub>CHJ</sub></b>	2/5	3/5	1/5	3/5	9/20
<b>E<sub>CHQ</sub></b>	3/5	3/5	2/5	3/5	11/20
<b>YT</b>	4/5	4/5	4/5	5/5	17/20

-D'après le tableau précédent en déduire que l'échantillon qui contient les grains de chia avait une qualité d'apparence moyenne, une bonne texture et sensation et un très bon gout dans la bouche en comparant avec le yaourt témoin.

- Les autres échantillons ayant une apparence acceptable ainsi qu'une mauvaise sensation dans la bouche, et une bonne texture et le bon gout en comparant avec le yaourt témoin.

- 1/5 → Mauvaise  
 2/5 → Acceptable  
 3/5 → Moyenne  
 4/5 → Bonne  
 5/5 → Très bonne

## 2. Résultats d'analyse sensorielle du deuxième essai :

### 1/ Enquête sociologique :

Q1 :

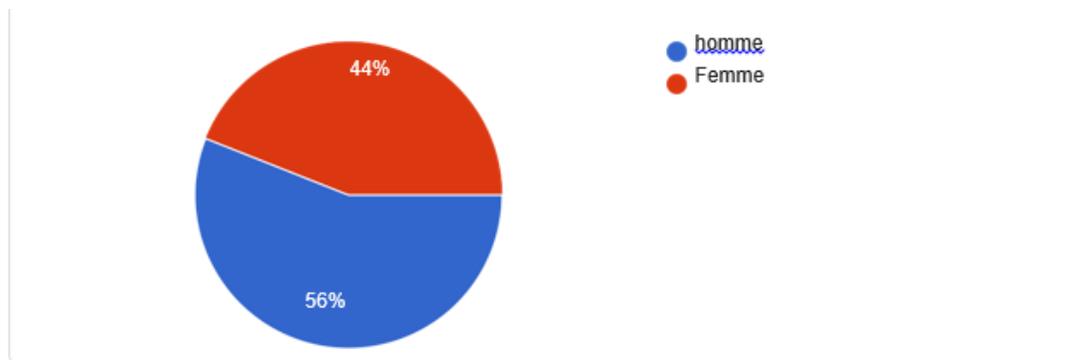


Figure 06 : Proportion relative aux sexes.

Q2 :

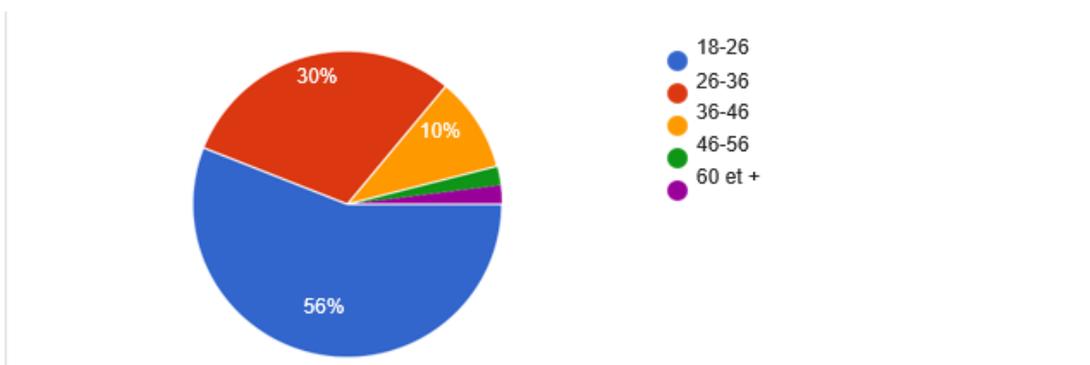


Figure 07 : Proportion relative aux âges

Q3 :

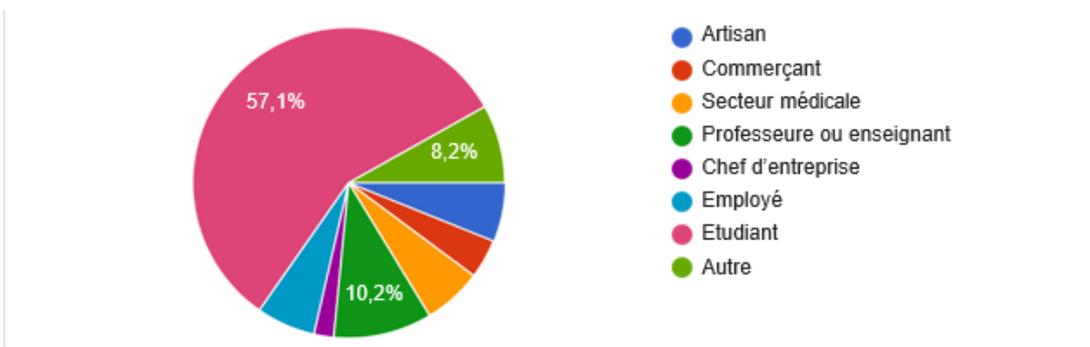


Figure 08 : proportion relatives aux catégories socioprofessionnelle.

-En déduit que la catégorie majoritaire était des étudiants entre 18 et 26 ans avec une légère avancée dans le nombre des hommes par rapport au femmes .

## 2/ Enquête sur l'Etude de marché :

Q6 :

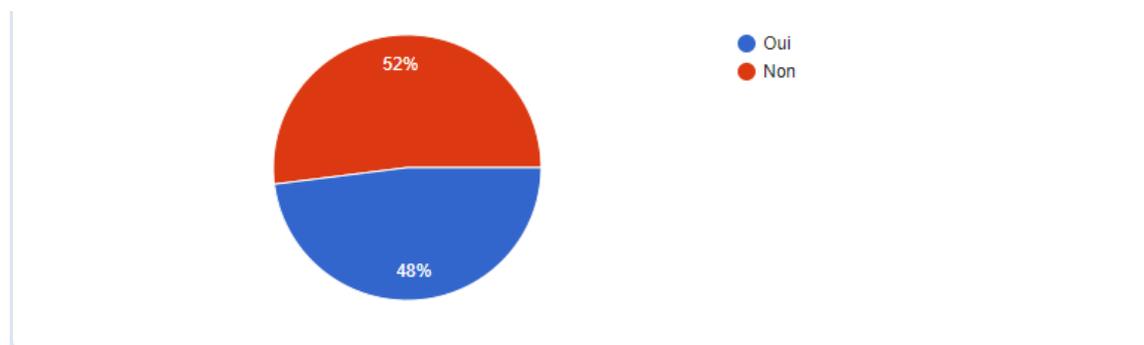


Figure 09 : proportion évoquant l'achat dans les magasins spécialisée

Q7 :

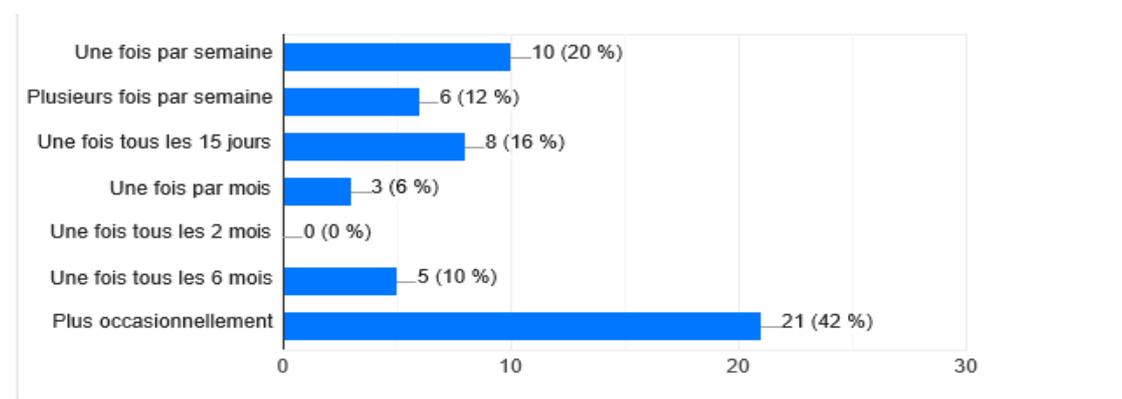


Figure 10 : proportion évoquant la fréquence d'achat dans les magasins spécialisée

Q11 :

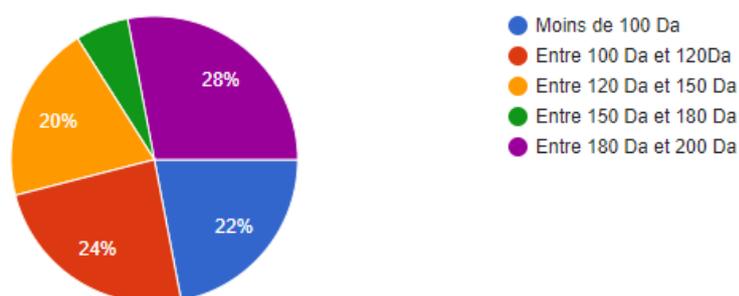


Figure 11 : Proportion relative au budget dépenser.

-Concernant le produits par apport au marché en distingue que 48% des consommateurs ont l'habitude d'acheter des produits dans des magazines spécialisé dans les produits alimentaires diététiques ou en super-foods, 21 personnes parmi les 48% Plus occasionnellement effectue des achats dans ce genres des magazines, d'après la figure "6" 28% des gens peuvent dépenser entre 180da et 200da pour un produit similaire.

### 3/ Enquête sur la culture de consommateur :

Q5 :

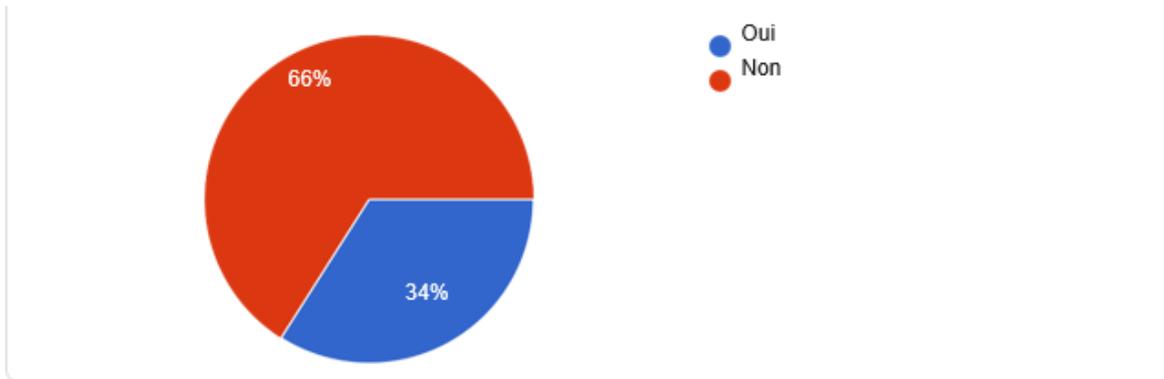


Figure 12 : Proportion relative à la consommation des aliments riches en céréales et en fibre

Q8 :

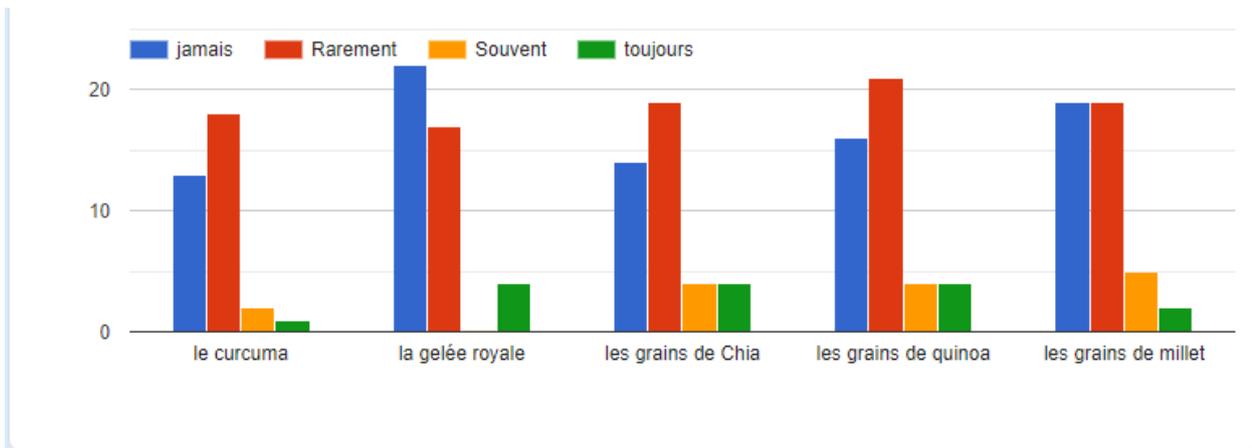


Figure 13 : Histogramme décrivant les produits qui représentent les super aliments

Q9 :

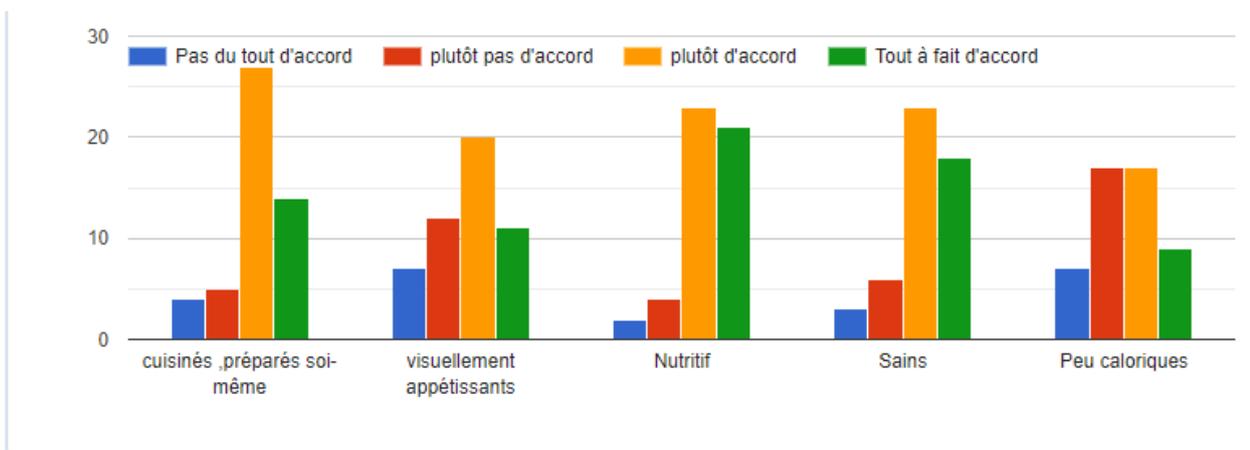


Figure 14 : Histogramme décrivant le choix de la consommation.

Q10 :

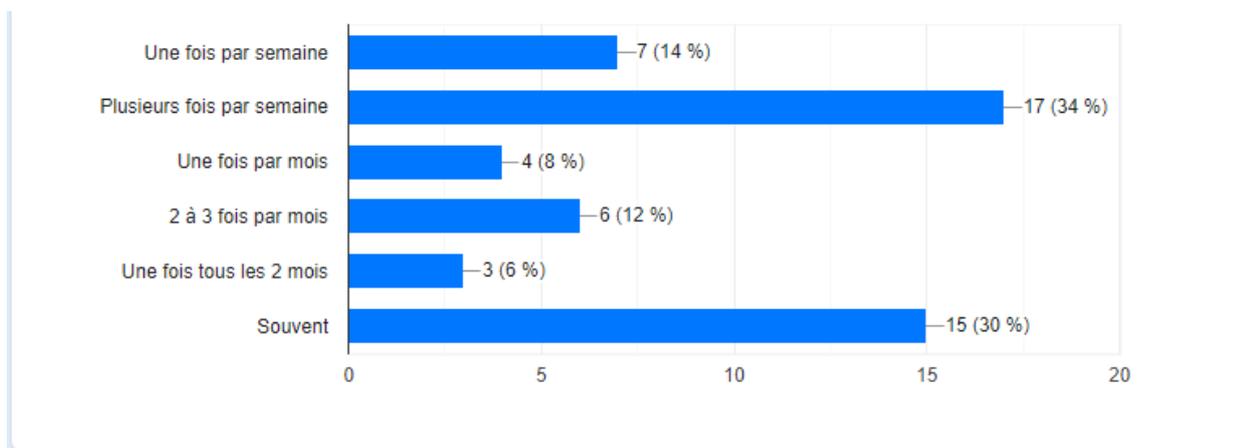


Figure 15 : Diagramme en bande décrivant à quelle fréquence les gens mangent des super-aliments à leur domicile.

Q12 :

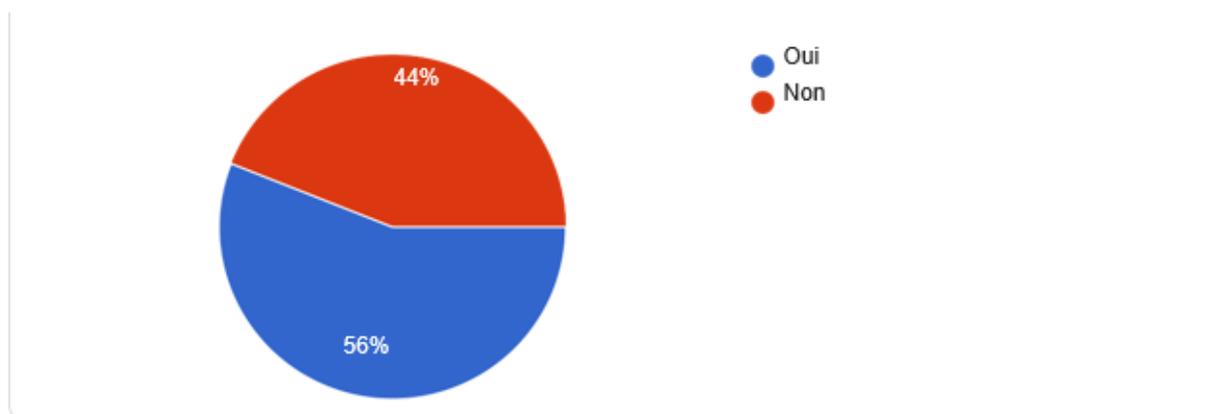


Figure 16 : Proportion montrant la connaissance des grains de chia.

Q14 :

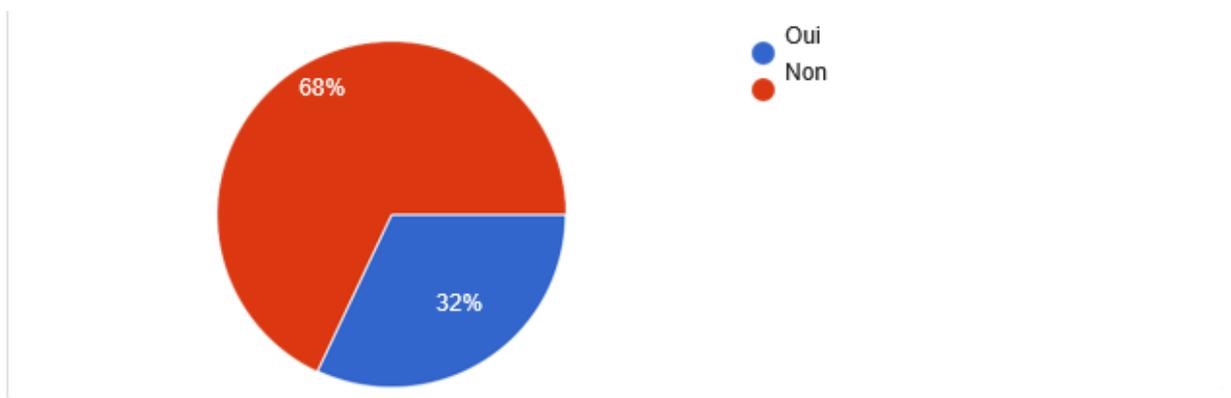
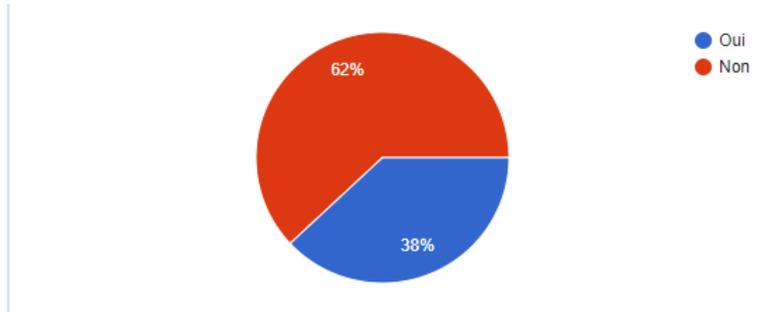


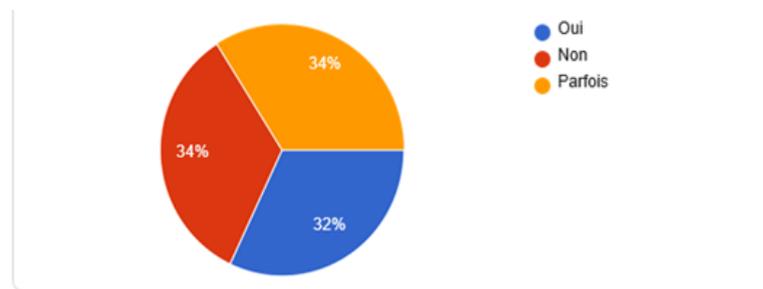
Figure 17 : Proportion montrant la connaissance des grains de millet.

**Q13 :**



**Figure 18 :** Proportion montrant les connaissances des grains de quinoa.

**Q15 :**



**Figure 19 :** Proportion relative à la consommation des grains.

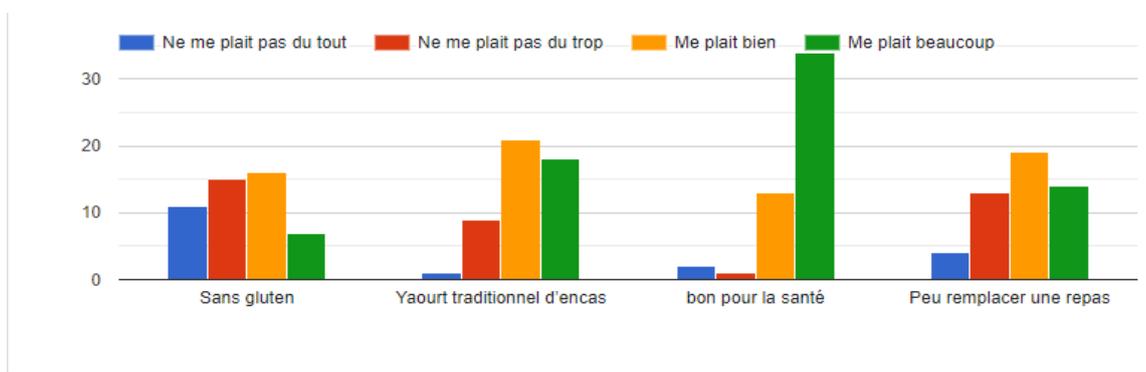
- D’après les diagrammes statistiques nous avons remarqué que la majorité des candidats ne faites pas attention prendre ou à consommer des aliments riches en fibres.

-Ils préfèrent consomment leurs aliments cuisiné chez eux et se concentrent davantage sur le fait qu’il est sain et nutritif que sur son apparence et sur quantité de calories qu’il contient, 34% de ces derniers les consomment plus souvent.

- En outre, les grains de chia sont les plus connus parmi les autres grains que nous avons utilisé, mais 34 % des candidats ne consomment rien de ces grains.

**4/ Enquête sur l’évaluation du notre produit :**

**Q8 :**



**Figure 20 :** Histogramme relative aux caractéristiques sur notre produit.

Q16 :

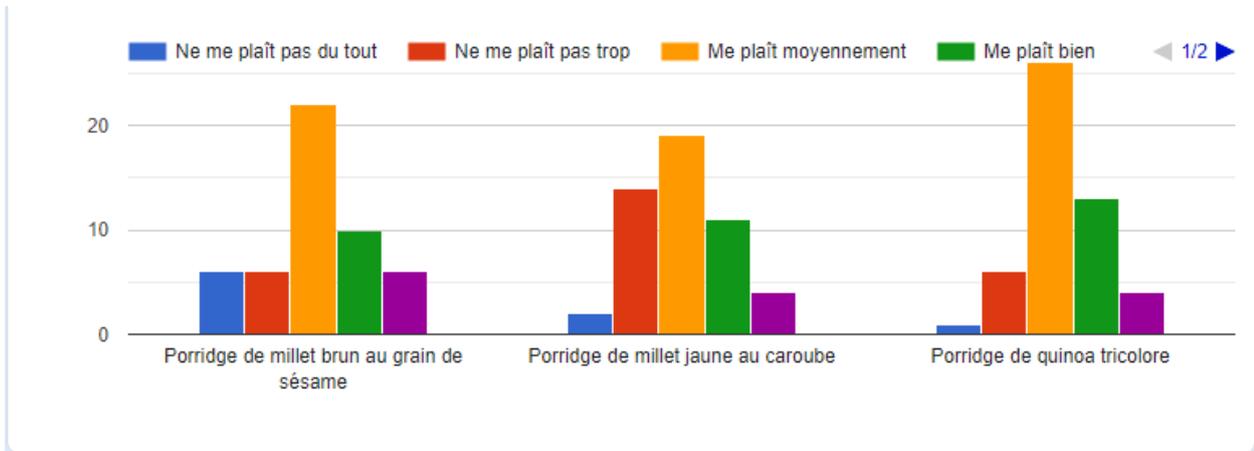


Figure 21 : Histogramme relative à l'avis sur les recettes mentionné.

Q17 :

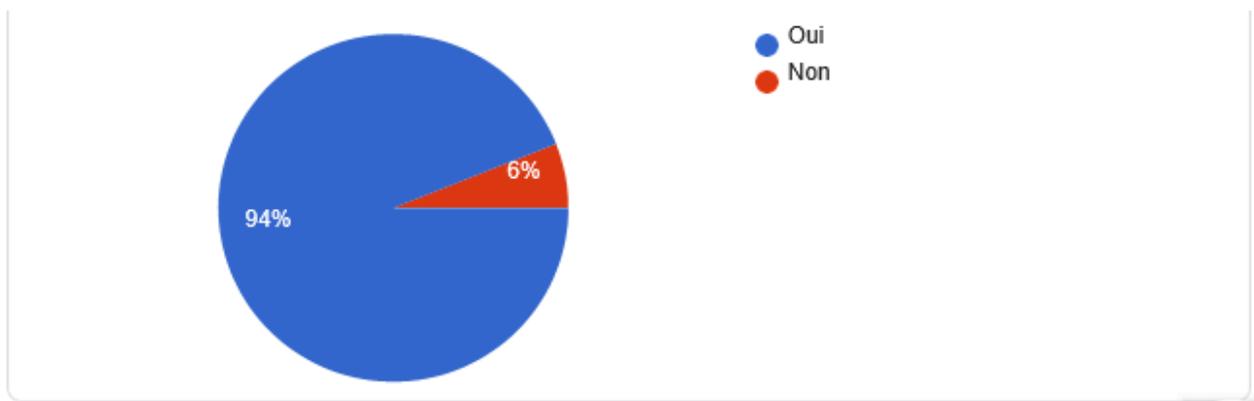


Figure 22 : Proportion de possibilité d'achat.

- Les candidats trouvent que la caractéristique le plus souhaité été le fait qu'il est bon pour la santé ainsi qu'il est un yaourt traditionnel d'encas.

-le pudding avec le porridge de quinoa trie colore est le plus désiré par les candidats, ensuite le porridge de millet brun au sésame.

-Heureusement 94% des candidats sont satisfait par ce concept et ils sont prêts à acheter ce produit.

## **Discussion**

## II. Discussion :

La consommation des produits alimentaires représente un élément constitutif de la consommation des individus, elle répond à un besoin physiologique, psychologique et social, sa non satisfaction pose des problèmes de nutrition dont l'impact sur la vie économique présente et future du pays est très important. Il est important donc d'apprécier la situation alimentaire et nutritionnelle des populations et de connaître les disparités qui existent entre les différents groupes de consommateurs.

En effet, «connaître les conditions de vie et surtout la situation nutritionnelle des ménages semble être, pour notre époque, un impératif, si l'on veut satisfaire pleinement aux objectifs du politique et réussir le pari d'un développement qui corrige les déséquilibres entre catégories sociales» (**Chikhi K., Padilla M., 2014**).

S'il est toujours délicat d'évaluer la situation alimentaire et nutritionnelle d'une société ou d'un groupe d'individus, il est encore plus difficile d'essayer de l'analyser tant du point de vue quantitatif que qualitatif, tellement les comportements alimentaires sont conditionnés par toute une panoplie de facteurs qui sont complexes et variés (**Andrie et Beghin, 1993**).

Et s'il n'apparaît pas facile de cerner le phénomène de la consommation alimentaire dans les pays développés, il l'est encore bien moins dans les autres pays (**Brunel S., 1999**).

D'après la dernière enquête de l'office national des statistiques en 2011, les algériens consacrent une part importante de leur budget à l'alimentation (**ONS, 2011**), Puisque 42% des dépenses des ménages algériens sont consacrées aux besoins alimentaires. Toujours, d'après cette enquête , le groupe des céréales et dérivées, occupe encore aujourd'hui une place prépondérante dans la consommation alimentaire des ménages algériens puisque il occupe la première place dans le budget alimentaire des ménages algériens (17,5% de la dépense alimentaire totale) avec une prépondérance de la semoule (38% des achats de produits céréaliers) directement suivis par le pain (30%), les produits industriels (couscous, pâtes, biscuits et pâtisserie, 21%) sont en hausse et la farine (11%).

Comme nous venons de voir, les algériens accordent, une place prépondérante aux groupes des céréales et dérivées dans leur alimentation à leur tête le blé dur qui est la spéculation alimentaire la plus importante pour une large part de la population et demeure un produit de base dans les habitudes alimentaires (**Abidi et al, 2011**); celle-ci présente de ce fait un déséquilibre entre les apports en calories et en protéines, au détriment des secondes. Une telle situation est le résultat de plusieurs éléments : le prix élevé des protéines animales (viandes ovines et bovines, viandes blanches et

poissons) , les ruptures fréquentes de certains approvisionnements (**Chikhi K., et Padilla M., 2014**); l'insuffisance de certaines productions (lait et produits laitiers) ceci entraînerait un abaissement important de la ration protéique qu'il faudrait alors trouver ailleurs (**Makhloof M. Et al, 2015**).

Au cours de la fermentation, la composition du lait subit un certain nombre de modifications. Certaines de ces modifications en font un produit de meilleure valeur aussi bien nutritionnelle que thérapeutique par rapport au lait (**Mahaut et al., 2008**).

Les yaourts contiennent divers éléments nutritifs plus ou moins indispensables à notre organisme. Ainsi ils contiennent beaucoup de minéraux tels que le calcium, le magnésium, le phosphore, le potassium et le chlore, intervenant au bon équilibre du pH sanguin de l'organisme, pour le bon fonctionnement des cellules nerveuses, des cellules musculaires (contractions), pour la croissance et la stabilité des os et des dents, pour le système cardiaque et pour une bonne coagulation du sang. (**Erik, 2011**).

La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactose (**Roissart et Luquet, 1994**).

L'effet immun régulateur du yaourt a été démontré. Son rôle dans l'augmentation de la production d'interféron et d'immunoglobulines et dans l'activation des lymphocytes B est attribué à *Lb. Bulgaricus* (**Mahaut et al, 2008**).

Les produits probiotiques nutritionnels modernes sont classés comme ceux qui contiennent des microorganismes probiotiques. Les micro-organismes probiotiques sont définis comme des microbes vivants, qui, lorsqu'ils sont ingérés bénéficient à la santé de l'hôte par leur effet sur la microflore intestinale. En outre, les cultures probiotiques doivent être capables de survivre tout au long du tractus intestinal, de résister aux conditions acides lors du passage gastrique et de la digestion biliaire. le passage gastrique et la digestion biliaire. Pour avoir un effet bénéfique sur la santé de l'hôte, les souches probiotiques doivent, au moins temporairement, s'installer dans l'hôte doivent, au moins temporairement, s'établir parmi la microflore naturelle de l'intestin (**Panagiotis, 2014**).

En plus de sa consommation culinaire, la chia peut être utilisée comme agent épaississant et stabilisant dans des produits alimentaires comme les conserves, yaourts, mayonnaises et sauces ou pour remplacer les œufs ou l'huile dans les produits de boulangerie

Les directives alimentaires américaines recommandent la consommation de chia comme source principale d'aliments, les germes de chia sont utilisés dans les salades, les graines de chia sont

utilisées dans les boissons et les aliments à base de céréales et peuvent être consommées sous forme brute (**Ullah *et al*, 2016**).

Le mucilage est une substance végétale obtenue par le gonflement de certains constituants d'une graine au contact de l'eau. Les graines absorbent l'eau et forment une matière visqueuse, sans se dissoudre. Visuellement, le mucilage ressemble à de la gomme. Ses propriétés épaississantes sont prisées en médecine et en alimentaire. Le mucilage de la graine de chia donne un gel à l'aspect translucide. Il se veut régulateur du transit et est considéré comme un laxatif doux. Les personnes souffrant de constipation devraient donc trouver là une aide précieuse pour apaiser leurs troubles. En plus de faciliter le transit, la graine de chia apporte à l'organisme des acides gras essentiels, des fibres, vitamines et de nombreuses protéines (**Fondation Chia de France, 2021**).

Les produits céréaliers sont d'une grande importance pour notre alimentation. Les recommandations actuelles insistent sur l'importance de donner « la plus grande part aux céréales, pains et autres produits céréaliers ainsi qu'aux légumes et aux fruits ». On insiste aussi sur l'importance du choix de produits céréaliers à grains entiers ou enrichis. Les autorités américaines, de leur côté, recommandent qu'au moins la moitié des produits céréaliers consommés soient à grains entiers. Ces recommandations sont basées sur les résultats de certaines études épidémiologiques qui indiquent que la consommation de grains entiers serait reliée à un risque moindre de maladies cardiovasculaires et de diabète, de certains cancers et d'obésité. Ces effets bénéfiques seraient reliés à la synergie entre les nombreux composés contenus dans les produits céréaliers à grains entiers, tels les fibres, les antioxydants, les vitamines et les minéraux. Comme la majorité de ces composés sont contenus dans le son et le germe, on a avantage à consommer les céréales les moins raffinées possible (**Zubiria,2021**).

La consommation de la protéine de millet entraînait une augmentation du « bon » cholestérol (HDL) en comparaison à une protéine de référence, la caséine du lait, ainsi que Le grain de millet entier contient des fibres alimentaires, mais en plus petite quantité que la plupart des autres céréales complètes. Le millet est une source de magnésium. Une portion de 125 g de millet cuit comble environ 10% des besoins quotidiens en magnésium et aussi il contient du zinc et il permet de combler une partie des besoins quotidiens chez l'adulte (**Catherine Conan,2021**).

La perte de poids qui survient lors d'un programme alimentaire hypocalorique équilibré réduit la résistance à l'insuline (**Weinstock *et al*, 1998**). Le développement de la résistance contre l'insuline au fil des années semble être lié, en partie, au moins aux habitudes alimentaires.

Des études ont montré les effets bénéfiques des régimes riches en glucides à faible index glycémique ou en céréales complètes, sur la diminution de la résistance à l'insuline et l'amélioration de la fonction des cellules bêta (**Hu *et al*, 2001**). La modification de la composition des apports en glucides joue un rôle considérable dans la sécrétion de l'insuline (**Wolever et Mehling, 2002**).

Nous essayons de sensibiliser à l'importance d'une alimentation saine, en changeant les mauvaises habitudes alimentaires, et en facilitant la consommation des bons nutriments d'origine naturelle, afin d'améliorer la santé de consommateur principalement par la nourriture.

# **Conclusion**

## Conclusion :

Les aliments fonctionnels ont été introduits comme un nouveau concept au cours des dernières décennies en raison des changements survenus dans le domaine de la nutrition. L'augmentation de l'espérance de vie et l'adoption d'un mode de vie plus sédentaire ont entraîné une augmentation de l'apparition de maladies chroniques comme le cancer, les maladies cardiovasculaires, le diabète, l'hypertension et l'ostéoporose. Même si une alimentation équilibrée reste la principale recommandation, les aliments fonctionnels ont été lancés pour lutter contre l'apparition de ces maladies et les coûts qui y sont associés (Kunal, 2019).

A travers cette étude, nous avons évalué la qualité organoleptiques et nutritionnel du notre produit pudding aux grains nutritifs, par l'incorporation des grains nutritive qui sont considérés comme des super-aliments afin d'obtenir un aliment fonctionnel à caractère nutritionnel et thérapeutique ainsi que diététiques.

Le deuxième essai a été meilleur car le produit est composé de deux parties, où les grains de Chia ont été inclus pour faire un pudding avec le yaourt brassé en raison de sa capacité de gélification, et les autres grains ont été transformés en porridge pour une meilleure texture et sensation en bouche, ainsi que l'apparence et la capacité de modifier le goût à volonté, le porridge de quinoa a un aspect de mosaïque, et les deux millets sont crémeux et rassasiants. Le fait que le yaourt a été égoutté et brassé a donné un meilleur résultat que le premier essai où le yaourt été étuvé.

Au terme de ce travail, nous voulons augmenter la disponibilité d'un produit de même nature que le nôtre qui est rarement trouvé à indisponible dans le marché algérien, où les exigences des consommateurs qui veulent seulement un aliment sain ou des consommateurs avec un cas spécial (diabétiques, cœliaque), sont présentes.

-Inclure notre produit dans votre régime alimentaire offre une prévention pour le système digestif ainsi qu'une forte immunité.

-Inclure les super-aliments dans l'apport nutritionnel quotidien est une excellente chose, mais uniquement dans le cadre d'une alimentation globale saine et équilibrée. Adoptez un "super régime" plutôt que de vous concentrer sur des aliments individuels.

En fin, il est préférable de mettre en valeur ce type de produit, dans ce concept nous souhaitons pouvoir disposer de notre propre entreprise pour fabriquer notre produit.

## Bibliographie:

- .Akinfenwa, Akeem Omolaja, Ahmad Cheikhyoussef, Natascha Cheikhyoussef, et Ahmed A. Hussein. (2020). Cold Pressed Chia (*Salvia Hispanica L.*) Seed Oil. In *Cold Pressed Oils*, 181-190. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818188-1.00015-3>.
- Abidi L., Achouch A., Benmoussa M., Snoussi S.A., 2011. Etude de l'interaction Génotype Environnement sur les paramètres agronomiques et Technologiques de quelques variétés de blé dur. *Revue Agrobiologia, Blida (Algérie) n°1/ juin 2011*, p43.
- Abugoch James LE. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Adv Food Nutr Res* 2009; 58: 1-31. [http://dx.doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1) PMID: 19878856
- Alais, C. and Linden, G. 1994. *Biochimie alimentaire*, Paris: Masson. [Google Scholar]
- Ali, K. , Mehmood, M. H. , Iqbal, M. A. , Masud, T. , Qozalbash, M. , Saleem, A. , ... Sheas, M. N. (2019). Isolation and characterization of exopolysaccharide-producing strains of *Lactobacillus bulgaricus* from curd. *Food Science & Nutrition*, 1019, 1–7. 10.1002/fsn3.905 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Amellal-Chibane, 2008, Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de date : Formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé , thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'ingénieur , Université M'hamed Bougara Boumerdes .  
and technology. Elsevier
- Arie. f, srikumalaningsh et ariesta .W., (2011) Process engineering of drying milk powder with Foam mat drying method . *journal of basic and applied scientific research* 2(4) :3588- 3592.
- Ayerza (h), Ricardo, et Wayne Coates. (2011). Protein Content, Oil Content and Fatty Acid Profiles as Potential Criteria to Determine the Origin of Commercially Grown Chia (*Salvia Hispanica L.*). *Industrial Crops and Products*, 34(2), 1366-1371. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.007>.
- Ayerza, R, et W Coates. (2004). Composition of Chia (*Salvia Hispanica*) Grown in Six Tropical and Subtropical Ecosystems of South America. *Tropical Science*, 44(3), 131-135. <https://doi.org/10.1002/ts.154>.
- Barrett, J. R. (2006, June). The science of soy: What do we really know? *Environmental Health Perspectives*, 114(6), A352-A358.
- BEAL C. et SODINI L., 2008. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. *Techniques de l'ingénieur*.

- Benlhabib.O. 2005. Les cultures alternatives Quinoa, amarante et épeautre. n° 133. Transfert de technologie en agriculture. Royaume du MAROC. Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes. P. 4.
- Bergamaier D. 2002. Production d'exopolysaccharides par fermentation .
- Bochicchio, Rocco, Tim D. Philips, Stella Lovelli, Rosanna Labella, Fernanda Galgano, Antonio Di Marisco, Michele Perniola, et Mariana Amato. (2015). Innovative Crop Productions for Healthy Food: The Case of Chia (*Salvia Hispanica L.*). In *The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin*, édité par Antonella Vastola, 29-45. Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16357-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16357-4_3).
- Bochicchio, Rocco, Tim D. Philips, Stella Lovelli, Rosanna Labella, Fernanda Galgano, Antonio Di Marisco, Michele Perniola, et Mariana Amato. (2015). Innovative Crop Productions for Healthy Food: The Case of Chia (*Salvia Hispanica L.*). In *The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin*, édité par Antonella Vastola, 29-45. Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16357-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16357-4_3).
- Brunel S., 1999 « La faim dans le monde : comprendre pour agir », Paris.
- Caballero B, Trugo LC, Finglas PM. (2003). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. 2 éd. Elsevier Science Ltd, Grande-Bretagne.
- Capitani, M.I., V. Spotorno, S.M. Nolasco, et M.C. Tomás. (2013). Physicochemical and Functional Characterization of By-Products from Chia (*Salvia Hispanica L.*) Seeds of Argentina. *LWT - Food Science and Technology*, 45(1), 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.012>.
- Catherine BÉAL, Sandra HELINCK, *Fabrication des yaourts et des laits fermentés, Techniques de l'ingénieur*, Réf : F6315 v2.
- Catherine Conan, Article publié Le 25 février 2021, [https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=millet\\_nu&fbclid=IwAR3c04y-NEv-uYyC9d1bIUeFlgqDh0LBJFFML9QjI-7TxwRzhsoFvhXk6i8](https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=millet_nu&fbclid=IwAR3c04y-NEv-uYyC9d1bIUeFlgqDh0LBJFFML9QjI-7TxwRzhsoFvhXk6i8).
- Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) (2002).
- Chandan R C. (2004), Dairy: Yogurt. In: JS Smith, YH Hui (Eds), *Food Processing*:
- Chase Mark W et James L APG III selon. Reveal 2009.
- Chikhi K., Padilla M., 2014. L'alimentation en Algérie, quelle forme de modernité. *Revue New Medit, BARI (Italie)* vol. 13, n°3, p50-58

- Coates, Wayne. (2011). Whole and Ground Chia (*Salvia Hispanica L.*) Seeds, Chia Oil – Effects on Plasma Lipids and Fatty Acids. In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 309-315. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10037-4>.
- CORRIEU G., 2005. Bactéries lactiques et probiotique, Editions Technique & Documentation, Lavoisier, 53-57.
- Del Castillo C., Gregory M., Winkel T., 2008. Le Quinoa en Bolivie : une culture ancestrale devenue culture de rente « bio-équitable ». *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12(4) : 421-435.
- Dharm S. 2019. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*): potential crop for future food, health security, livelihood generation and poverty eradication, India. p. 285.
- Di Sapio B. O., Busilacchi M. H., Quiroga M., Severin C. (2012). Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semilla de *Salvia hispanica L.* *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 11(3), 249-268.
- Dietary supplements. (2016, April 13) <https://www.fda.gov/Food/DietarySupplements/>
- Dietary supplements: What you need to know. (2017, November 29) <https://www.fda.gov/Food/ResourcesForYou/Consumers/ucm109760.htm>
- Dini I. An overview of functional beverages. In: *Functional and medicinal beverages*. USA: Academic Press 2019; pp. 1-40. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00001-7>
- Fitzpatrick J.J, A. van.Lauwe, M. Coursol, A. O'Brien, K.L. Fitzpatrick, J. Ji, S. Mia Investigation of the rehydration behavior of food powders by comparing the behavior of twelve powders with different properties *Powder Technol.*, 297 (2016), pp. 340-348.
- Fondation Chia de France, Article publié le 30 avr 2021, <https://www.chiadefrance.org/post/le-mucilage-de-la-graine-de-chia#:~:text=Le%20mucilage%20est%20une%20substance,ressemble%20%C3%A0%20de%20la%20gomme.>
- Foster R, Lunn J. 40th Anniversary briefing paper: food availability and our changing diet. *Nutr Bull* 2007; 32: 187-249. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-3010.2007.00648.x>
- Galwey, N. W., Leakey, C. L. A., Price, K. R., & Fenwick, G. R. 1989. Chemical Composition and Nutritional Characteristics of Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Food Sciences and Nutrition*, 42(4) : 245–261.
- Géraldine Combes, Additif alimentaire, *Journal Des Femmes*, publiée le 21/01/2020, <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-nutrition/2605143-additif-alimentaire-definition->



- LUQUET F-M., CORRIEU G., 2005. Bactéries lactiques et probiotique, Editions Technique & Documentation, Lavoisier, 53-57.
- Mahaut, M., Jeantet, R., Brulé, G., Schuck, P. 2000. Les produits industriels laitiers. Tech&Doc, Lavoisier, Paris. Pp178.
- Megan Ware, RDN, L.D. on January 7, 2019..
- Muñoz, Loreto A., Angel Cobos, Olga Diaz, et José Miguel Aguilera. 2013. Chia Seed (*Salvia Hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food. *Food Reviews International*, 29 (4), 394-408. <https://doi.org/10.1080/87559129.2013.818014>.
- Munter, J. S. L., Hu, F. B., Spiegelman, D., Franz, M., van Dam, R. M. (2007).
- Nancie H. Herbold, in *Field Guide to Appropriate Technology*, 2003.
- ONS, 2011. Premiers résultats de l'enquête nationale sur les dépenses de consommation et le niveau de vie des ménages 2011. Office National de Statistiques, Alger.
- Panagiotis Sfakianakis and Constatnina Tzia, *Foods* 2014, 3, 176-193; doi:10.3390/foods3010176, Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture; Development of Texture and Flavor.
- Paterson, E. (2011). Importance of rhizodeposition in the coupling of plant and microbial productivity. *Eur. J. Soil Sci.*, 54, 741–750.
- Principles and Applications. pp. 297–328.
- Rahal-Bouziane H, Mossab-Bouaboud K, Kharsi M. (2006). Fourrages Cultivés des oasis du Touat, Gourara et Tidikelt : caractéristique ethnobotaniques, morphologiques et valeur alimentaire. pp39.
- Roissart ,Loones, A. 1994. Lait fermenté par les bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques. Vol2. De Roissart, H et Luquet, F.M(Ed) ; Lorica, Uriage, 135-154.
- Santosh Kumar Upadhyya, (2012). In book: *Food Additive* (pp.1-30)Chapter:1.
- SHAKTI KHAJURIA ' , A. K. RAI , B. S. KHADDA , RAJ KUMAR , and J. K. JADAV 2018, chapitre 3, P 41.
- Sodini, I. et Beal, C. 2012. Fabrication des yaourts et laits fermentés. *Techniques de l'Ingénieur* (F 6315). Paris- France : Pp16
- Sodini, I. et Beal, C. 2012. Fabrication des yaourts et laits fermentés. *Techniques de l'Ingénieur* (F 6315). Paris- France : Pp16
- Sosa, Anacleto. (2016). Chia Crop (*Salvia Hispanica* L.): Its History and Importance as a Source of Polyunsaturated Fatty Acids Omega-3 Around the World: A Review. *JCRF*, 1(1), 1-4. <https://doi.org/10.17303/jcrf.2016.104>.

- Soukoulis C., Panagiotidis P., Koureli R., Tzia C. Industrial yogurt manufacture: Monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *J. Dairy Sci.* 2007;90:2641–2654. doi: 10.3168/jds.2006-802.
- Spiridon E. Kintzios, Sage: The Genus *Salvia*, CRC Press, 31 octobre 2000 .
- Steffolani, Eugenia, Esther de la Hera, Gabriela Pérez, et Manuel Gómez. (2014). Effect of Chia (*Salvia Hispanica* L) Addition on the Quality of Gluten-Free Bread: Effect of Chia on Gluten-Free Bread Quality. *Journal of Food Quality*, 37 (5), 309-317. <https://doi.org/10.1111/jfq.12098>
- Stephanie Strom, « 30 Years After Chia Pets, Seeds Hit Food Aisles (Published 2012) », *The New York Times*, 23 novembre 2012.
- Tamime A.Y., Robisons R.K. *Tamime and Robinson's Yogurt: Science and Technology*. 3rd ed. Woodhead Publishing LTD; Cambridge, UK: 2007. Chapter 2 Background to manufacturing practice; pp. 11–118.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). *Tamime and Robinson's yoghurt: science*
- Tighe-Neira R, Alberdi M, Arce-Johnson P, Romero-Romero JL, Reyes-Díaz M, Inostroza-Blancheteau C. Foods with functional properties and their potential uses in human health. In: *Super food and functional food-an overview of their processing and utilization*. UK: InTech 2017; pp. 185-219.
- Timbo , A. L .; Davide , L. C .; Pinto , J. E. B. P .; Pireira , A. V. Protoplast Production from Napier Grass and Pearl Millet Triploid Hybrids . *Ciênc . Agrotec .* 2010 , 34 ( 5 ) , 1219-1222 .
- Ullah, Rahman, Muhammad Nadeem, Muhammad Ayaz, Muhammad Imran, et Muhammad Tayyab. 2016. Fractionation of Chia Oil for Enrichment of Omega 3 and 6 Fatty Acids and Oxidative Stability of Fractions . *Food Science and Biotechnology*, 25(1), 41-47. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0006-x>.
- Uriot, O.; Denis, S.; Junjua, M.; Roussel, Y.; Dary-Mourot, A.; Blanquet-Diot, S. *Streptococcus thermophilus*: From yogurt starter to a new promising probiotic candidate? *J. Funct. Foods* 2017,37, 74–89.
- Valdivia-López, Ma. Ángeles, & Alberto Tecante. (2015). Chia (*Salvia Hispanica*) . In *Advances in Food and Nutrition Research*, 75, 53-75. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2015.06.002>.
- Vedamuthu E.R. Chapter 6 Starter cultures for yogurt and fermented milks. In: Chandan R.C., editor. *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. Blackwell Publishing; Ames, IA, USA: 2006. pp. 89–117.

- Vignola, C.I., 2002. Science et technologie du lait : transformation du lait. Ed Arie. f, srikumalaningsh et ariesta .W., (2011) Process engineering of drying milk powder with Foam mat drying method .journal of basic and applied scientific research 2(4) :3588- 3592.
- Walstra P., Wouters J.T.M., Geurts T.J. Dairy Science and Technology. Taylor & Francis Group, LLC; Boca Raton, FL, USA: 2006. Chapter 7 Heat treatment; pp. 225–272.
- Webb, D. (2011, January). Hot and cold — Despite tea's popularity worldwide, research on its health benefits remains inconsistent. *Today's Dietitian*, 13(1), 32.
- Weinstock RS, Dai H, Wadden TA, et al. (1998). Diet and exercise in the treatment of obesity. Effects of 3 interventions on insulin resistance. *Arch Int Med*, 158: 2477-83.
- Wilson H. D., 1990. Quinoa and Relatives (Chenopodium sect.Chenopodium subsect.Celluloid). *Economic Botany*, 44(3) :92–110.
- Wolever TM, Mehling C (2002). High-carbohydrate-lowglycaemic index dietary advice.
- Walstra, P.; Wouters, J.T.M.; Geurts, T.J. Chapter 7 Heat treatment. In *Dairy Science and Technology*; Taylor & Francis Group, LLC: Boca Raton, FL, USA, 2006; pp. 225–272.
- Xiaoyan Yang, Zhiwe Wan, Linda Perry et coll., « Early millet use in northern China », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, vol. 109, no 10, 6 mars 2012, p. 3726-30.
- Yao L. H., Jiang, Y. M., Shi, J., Tomás-Barberán, F. A., Datta, N., Singanusong, R., & Chen, S. S. (2004). Flavonoids in food and their health benefits [Abstract]. *Plant Food Human Nutrition*, 59(3), 113-22.

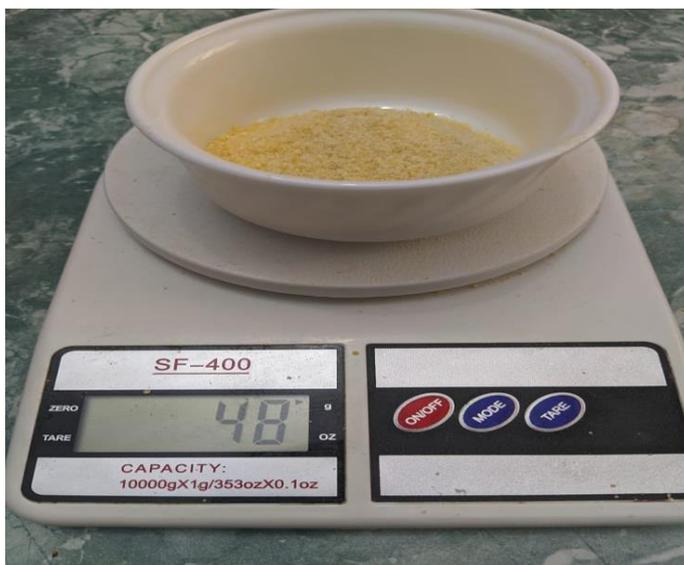
## Annexe :

Annexe 01 :

Première essai :



Les différents échantillons de premier essai



Le millet jaune en poudre

**Annexe 02 :**

Les Essais Réalisés La note	Apparence	La texture	Sensation dans la bouche	Le goût	La note Finale
<b>E<sub>CH</sub></b>	-	-	-	-	-
<b>E<sub>CHB</sub></b>	-	-	-	-	-
<b>E<sub>CHJ</sub></b>	-	-	-	-	-
<b>E<sub>CHQ</sub></b>	-	-	-	-	-
<b>YT</b>	-	-	-	-	-

**Analyse sensoriel de première essai**

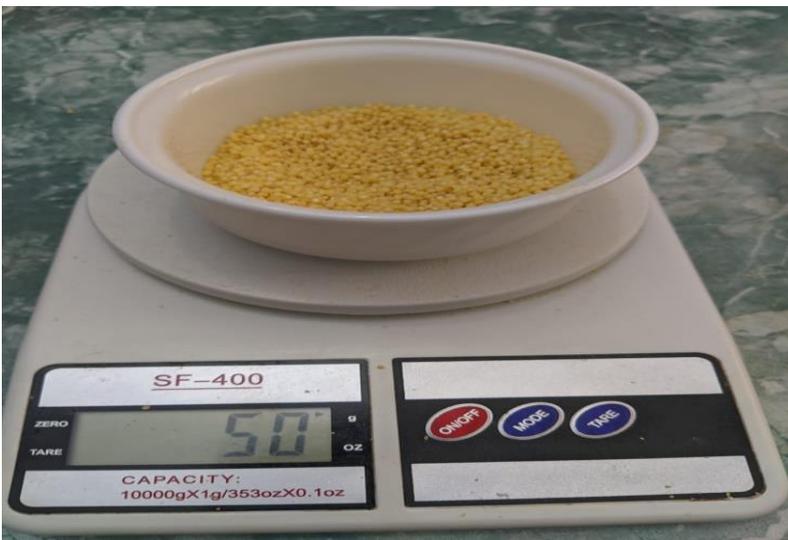
**Deuxième essai :**



**Pasteurisation du lait**



**Broyage de millet brun**



**Pesage de millet jaune**



**Mis-en-place des bocaux en vers**



**Porridge de quinoa**

## **Annexe 03 :**

### **Le questionnaire :**

- **Valorisation d'un yaourt aux graines nutritives**

Les super-Foods ou super-aliments, ce sont des fruits, légumes, des algues ou encore des plantes dont les bienfaits seraient supérieurs aux autres aliments, Leurs valeurs nutritives et leurs qualités protectrices contre certaines maladies seraient exceptionnelles.

Notre produit super Food est un yaourt riche en nutriments, considéré comme particulièrement bénéfique en termes de santé et de bien-être ces aliments sont :

Grains de millet, les graines Chia ainsi que les grains de quinoa.

Q1 : quel est votre sexe ?

Q2 : Quel âge avez-vous ?

Q3. Quelle est votre catégorie socioprofessionnelle ?

-Artisan

-Commerçant

-Chef d'entreprise

-Professeure ou enseignant

-Employé

-Retraité

-Etudiant

-Lycéen

- Autre

Q4 : quel type du yaourt vous préférez consommer ?

Q5 : Faites-vous attention à apprendre ou à consommer des aliments riches en céréales et

Éventuellement en fibre

Q6 : Avez-vous déjà acheté des produits dans un magasin spécialisés dans les produits alimentaires diététique ou un super Food ?

Q 7 : En moyenne, à quelle fréquence effectuez-vous des achats dans un magasin spécialisé dans les produits alimentaires diététique ou un super Food ?

Plusieurs fois par semaine Une fois par semaine

Une fois tous les 15 jours Une fois par mois

Une fois tous les 2 mois Une fois tous les 6 mois

Plus occasionnellement

Q 8 : Parmi les produits suivants, lesquels présentez-vous au super aliment ?

Q9. Quel est votre degré d'accord avec les énoncés suivants ?

Q 10 : En moyenne, à quelle fréquence mangez-vous des super aliment à votre domicile ?

Plusieurs fois par semaine Une fois par semaine

2 à 3 fois par mois Une fois par mois Une fois

Tous les 2 mois Quelques fois par an Moins

Souvent

Q11 : Quel budget maximum seriez-vous prêt(e) à dépenser pour un tel produit ?

Moins de 100 Da

Entre 100 Da et 120Da

Entre 120 Da et 150 Da

Entre 150 Da et 180 Da

Entre 180 Da et 200 Da

Plus de 200 Da Je n'en n'achète jamais

Q12 : Quelles caractéristiques sont susceptibles de vous plaire dans ce nouveau produit nutritif ?

Q 13. Vous trouvez que ce produit est... Utilisez les notes de 1 à 5.

Les notes intermédiaires vous permettent de nuancer votre jugement.

Q 14 : Savez-vous déjà que les grains de chia sont extrêmement riches enoméga-3, antioxydants, en calcium, et en fibres ?

Q 15 : Savez-vous déjà que les grains de chia :

-très utiles pour avoir un bon transit

-Elles permettent en effet de protéger les artères du cerveau et une meilleure communication entre les cellules.

-Aussi de prévenir le vieillissement cellulaire et l'apparition de certains cancers

Q16 : Savez-vous déjà que le quinoa constitue un apport en fibres non-négligeable ce qui permet de le considérer comme un aliment de prévention des maladies cardio-vasculaires.

Q17 : Savez-vous déjà que :

Le millet est riche en phosphore et en magnésium. Il contient également du calcium qui en fait la graine la plus concentrée de toutes les céréales. est également une bonne source de protéines pour les sportifs.

Q18 : Consommez-vous l'une de ces grains ?

Q19 : Quel est votre avis sur ces différentes recettes ?

Q19 : Trouvez-vous que cet emballage est adapté au pudding au super aliment ?

Tout à fait adapté

Plutôt bien adapté

Pas très adapté

Pas du tout adapté

Q20 : Maintenant que vous connaissez ces informations seriez-vous prêt d'acheter ce produit ?