

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبو بكر بالقائد-تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de  
l'Univers Département de BIOLOGIE



## MÉMOIRE

Présenté par

**LEHBAB Adil**  
**BOUACHA Aymen**

*En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER*  
En Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

**Thème :**

**Elaboration et caractérisation d'un yaourt aromatisé,  
enrichi en farine d'avoine et de lupin**

Soutenu le : 23 / 06 / 2024, devant le jury composé de :

Présidente	Mme MEZIANE Rajaa Kawthar	MCB	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme GHANEMI Fatima Zohra	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur	Mr SENOUCI BEREKSI Mohamed	MCB	Université de Tlemcen

**Année universitaire 2023/2024**

## **REMERCIEMENTS**

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** tout puissant de nous avoir Donné le courage et la volonté de mener à bien ce modeste travail.*

*En tout premier lieu nous tenons à remercier Monsieur **SENOUCI BEREKSI Mohamed** pour l'honneur qu'il nous a fait en nous encadrant, pour l'aide précieuse qu'il nous a donné, pour ses remarques et ses conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail.*

*Nos remerciements les plus vifs d'adressent aussi au président du jury et les Membres examinateurs d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre modeste travail.*

*Nous tenons à remercier nos parents pour leur soutien permanent et le réconfort qu'ils nous ont prodigué tout au long de notre cursus universitaire.*

*Nous remercions vivement les responsables de l'unité " GIPLAIT ", et le responsable du laboratoire Mr **BENACEUR Chakib** de nous avoir offert l'opportunité d'effectuer les manipulations, la fabrication du yaourt et les analyses physico-chimiques et microbiologiques au sein de leur entreprise, ainsi que tout le personnel du laboratoire pour leur aide technique et scientifique.*

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

*LEHBAB Adil/ BOUACHA Aymen*

## **DEDICACES**

*Tout d'abord on prie « **ALLAH** » de m'avoir donné la force et le courage de terminer mon étude.*

*Je dédie ce modeste travail aux personnes qui me sont les plus chères au monde, mes chers parents ; je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour leurs sacrifice, tendresse et affection qu'ils ont toujours accomplis avec dévouement pour me permettre de réussir dans ma vie, je leurs souhaite une vie longue et prospère.*

*A mon frère et ma sœur*

*À mes camarades de la promotion*

*Technologie Agroalimentaire et Contrôle de Qualité « 2023/2024 »*

*A tous mes professeurs de la faculté SNV*

*A mes amis qui m'ont encouragé.*

*LEHBAB Adil*

## **DEDICACES**

*Grace à Dieu qui m'a tracé le chemin et m'a donné le pouvoir et le courage de  
Persévérer jusqu'à la fin, j'ai pu réaliser ce modeste travail, que je dédie :*

*À ma chère mère « ZAHIA TABEL »*

*À mon chère père « AHMED BOUACHA »*

*À ma chère grand-mère « FATMA YOUSFI »*

*A « WISSAM »*

*À mon frère « MOUHAMED AMINE » et ma sœur « SOUMIA »*

*À mes camarades de la promotion*

*Technologie agroalimentaire et contrôle de Qualité « 2023/2024 »*

*A tous mes professeurs de la faculté SNV*

*A mes amis qui m'ont encouragé.*

*BOUACHA Aymen*

## ملخص

يتكون العمل الحالي من تحضير زبادي منكه بإضافة دقيق الشوفان والترمس بتراكيز 0%، 10%، 16% و20%، وذلك بهدف الحصول على زبادي ذو نوعية جيدة وفائدة غذائية. استخدمنا حليباً منزوع الدسم جزئياً، مضافاً بسلاطات بكتيريا حمض اللاكتيك. لاختبار وتقييم جودة المنتجات المتحصل عليها وسلامتها على صحة المستهلكين، قمنا بتحليل بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية (الحموضة، الدهون، المستخلص الجاف)، التحليل الميكروبيولوجي (عدد المكورات العنقودية، البكتيريا المعوية، الخمائر والعفن). والتحليل الحسي في مختبر مجمع "جيبلي" (أبو تاشفين – تلمسان).

يتميز المنتج الذي تم الحصول عليه بخصائص الزبادي عالي الجودة، مع قوام صلب، ونكهة خاصة، يختلف قليلاً بطعم الدقيق المضاف، وكذا بخصائص فيزيائية وكيميائية متوافقة مع معايير التصنيع. وتشير النتائج الميكروبيولوجية أيضاً إلى الغياب التام للجراثيم المدروسة، مما يعني السلامة التامة للمنتج؛ بالإضافة إلى المزايا الغذائية للشوفان والترمس، مما يعطي زبادي مفيد جداً لصحة المستهلك.

**الكلمات المفتاحية:** الزبادي المنكه، الشوفان، الترمس، التحليل الحسي، التحليلات الفيزيائية والكيميائية، التحليل الميكروبيولوجي.

## Résumé

Le présent travail consiste à préparer un yaourt aromatisé, additionné de farine d'avoine et de lupin à des concentrations de 0%, 10%, 16% et 20%, dans le but d'obtenir un yaourt de bonne qualité et d'intérêt nutritionnel. Nous avons utilisé du lait partiellement écrémé,ensemencé par des souches de bactéries lactiques.

Pour tester et évaluer la qualité des produits obtenus et leur sécurité sur la santé des consommateurs, nous avons effectué l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques (acidité, matière grasse, extrait sec), une analyse microbiologique (dénombrement des staphylocoques, des entérobactéries, des levures et moisissures) et une analyse sensorielle, au niveau du laboratoire du groupe Giplait (Abou Tachfine – Tlemcen).

Le produit obtenu présente les caractéristiques d'un yaourt de bonne qualité, avec une consistance solide, un goût aromatisé, légèrement nuancé par celui de la farine ajoutée, et des caractéristiques physico-chimiques conformes aux normes de fabrication. Les résultats microbiologiques indiquent l'absence totale des germes étudiés, ce qui signifie sa parfaite innocuité ; ajoutés aux vertus nutritionnelles de l'avoine et du lupin, donnant ainsi un yaourt très bénéfique pour la santé du consommateur.

**Mot clé :** Yaourt aromatisé, Avoine, Lupin, Analyse sensorielle, Analyses physico-chimiques, Analyse microbiologique.

## **Abstract**

This work consists in preparing a flavored yogurt, added with oat and lupin flours at concentrations of 0%, 10%, 16% and 20%, in order to obtain a yogurt of good quality and nutritional interest. We used partially skimmed milk, inoculated with strains of lactic bacteria. To test and evaluate the quality of the products obtained and their safety on the health of consumers, we carried out the analysis of some physicochemical parameters (acidity, fat, dry extract), a microbiological analysis (counting of staphylococci, enterobacteria, yeasts and molds) and a sensory analysis, at the laboratory of the Giplait group (Abou Tachfine - Tlemcen). The product obtained has the characteristics of a good quality yogurt, with a solid consistency, a flavored taste, slightly nuanced by that of the added flour, and physicochemical characteristics in accordance with manufacturing standards. The microbiological results indicate the total absence of the germs studied, which means its perfect safety; added to the nutritional virtues of **oats and lupin**, thus giving a yogurt very beneficial for the consumer health.

**Keywords:** Flavored yogurt, Oat, Lupin, Sensory analysis, Physicochemical analyses, Microbiological analysis.

## Table des matières

**Remerciements**

**Dédicace**

**ملخص**

**Résumé**

**Abstract**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

## Synthèse bibliographique

### Partie1 :Généralié sur le yaourt

1-Introduction.....	1
1-1-Historique .....	3
1-2-définition du yaourt .....	4
1-3- Différents types de yaourt .....	4
1-3.1. Le yaourt ferme .....	4
1.3.2. Le yaourt brassé .....	5
1.3.3. Le yaourt entier .....	6
1.3-4- le yaourt nature .....	6
1.3-5-le yaourt maigre.....	6
1-4-cartéristiques générales des bactéries de yaourt .....	7
1.4-1- <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	7
1.4-2- <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	8
1-5- intérêt et fonction de bactérie de yaourt .....	9
1.5-1- Productions d'acide lactique .....	9
1.5-2-activité protéolytique .....	9
1.5-3-activité aromatique .....	10
1.5-4-activité texturant .....	10
1-6-comportement associatif des deux souches .....	10
1-7-Etapes de la fabrication de yaourt .....	11
1.7-1-standarisation et homogénéisation du mélange .....	11



1.7-2-traitement thermique .....	12
1.7-3-fermentation lactique .....	12
1.7-4-conditionnement et stockage .....	12
1-8-structure et comportement rhéologiques des yaourts .....	14

## **Partie2 :Généralités sur l'avoine**

2-1-Historique d'utilisation d'avoine .....	16
2.1.1. En alimentation humaine : .....	16
2.1.2. En alimentation animale.....	17
2.2. Composition des grains d'avoine .....	17
2.3.-Valeur nutritionnelle des grains d'avoine .....	19
2.4-Fabrication et conservation des flocons d'avoine .....	20

## **Partie3 :Généralités sur le lupin**

3.1-historique d'utilisation du lupin.....	21
3.1.1. Utilisation en alimentation humaine .....	22
3.1.2. Utilisation en alimentation de bétail .....	22
3.2-Caractérisation physico-chimiques du lupin .....	23
3.2.1. Macronutriments .....	23
3.2.2. Alcaloïdes .....	23
3.2.3. Facteurs antinutritionnels.....	24
3.2.4. Mycotoxines .....	22
3.3-Valeur nutritionnelle des grains de lupin.....	24
3.4-Les atouts techniques du lupin.....	26

## **Partie Experimentale**

1-1- Présentation de l'entreprise .....	28
1-2-Matériel et Méthodes .....	28
1-2-1-matériel .....	28
1-2-2-matières premières .....	29
1-2-3-préparation de yaourt .....	29
2-les analyses physico-chimiques .....	28
2-1- détermination de l'acidité.....	28
2-2- détermination de la teneur en matière grasse.....	29
2-3- Mesure de l'extrait sec total (EST).....	29
3-les analyses microbiologiques.....	32
3-1-Matériel de travail.....	32

3-2-Détermination des microorganismes sur le yaourt.....	33
4-Analyse sensorielle .....	34

## **Résultats et discussion**

1-présentation des yaourts obtenus .....	36
2- les résultats d'analyses physico-chimiques.....	36
2-1 Acidité .....	39
2-2-Extrait sec total .....	40
2-3-matière grasse.....	41
3-Résultats d'analyse microbiologiques.....	42
4- résultats d'analyse sensorielle.....	43
4-1-Odeur.....	44
4-2-Gout sucré.....	45
4-3-Gout acide.....	46
4-4-Couleur.....	47
4-5-Consistance .....	48
<b>Conclusion</b> -----	<b>46</b>
<b>Annexes</b> -----	<b>47</b>
<b>Références bibliographiques</b> -----	<b>54</b>

## Liste des tableaux

**Tableau 1** : Valeurs nutritionnelles de yaourt ferme.

**Tableau 2** : Valeur nutritionnelles de yaourt brassé.

**Tableau 3** : compositions nutritionnelles de yaourt entier.

**Tableau 4** : compositions nutritionnelles de yaourt nature.

**Tableau 5** : compositions nutritionnelles de yaourt maigre.

**Tableau 6** : Caractéristiques générales de *Streptococcus thermophilus*.

**Tableau 7** : classification de l'avoine cultivé.

**Tableau 8** : Compositions physico-chimiques du grain d'avoine.

**Tableau 09** : Valeur nutritionnelle d'avoine pour 100g.

**Tableau10** : valeur nutritionnelle des grains de lupin.

**Tableau11** : les résultats des analyse physico-chimiques.

**Tableau12** : résultats de recherche et dénombrement de *staphylococcus*, *entérobactéries* et *levures moisissures*.

**Tableau13** : moyennes des caractères organoleptiques des yaourts.

**Tableau14** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt fraise avoine.

**Tableau 15** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt fraise lupin.

**Tableau16** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt vanille avoine.

**Tableau 17** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt vanille lupin.

**Tableau 18** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt vanille mélange lupin avoine.

## Liste des figures

**Figure 1** : Aspect microscopique des cellules de *St. Thermophilus*

**Figure 2** : aspect microbiologique des cellules de *Lactobacillus bulgaricus*.

**Figure 3** : diagramme de fabrication du yaourt ferme et yaourt brassé.

**Figure 4** : Graines d'avoine.

**Figure 6** : structure générale des  $\beta$ -glucanes.

**Figure 07** : flocons d'avoine conservée.

**Figure 08** : Plante et graines de lupin des Andes, *Lupinus arboreus*.

**Figure 09** : grains de lupin.

**Figure 09** : La composition moyenne de la graine de lupin.

**Figure10** : Conserve traditionnelle des graines de lupin.

**Figure11** : mesure d'acidité.

**Figure12** : centrifugeuse.

**Figure13** : dessiccateur MB25.

**Figure14** : l'échantillons préparés pour les analyses et les solutions utilisés.

**Figure15** : le yaourt obtenu après incubation.

**Figure16** : variation d'acidité des échantillons du yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin.

**Figure17** : variation d'extrait sec total des échantillons du yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin.

**Figure18** : variation de matière grasse des échantillons du yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin.

**Figure19** : variation d'odeur des yaourts aromatisés à base d'avoine et lupin.

**Figure20** : variation de goût des yaourts aromatisés à base d'avoine et lupin.

**Figure21** : variation de goût acide des yaourts aromatisés à base d'avoine et lupin.

**Figure22** : variation de couleur des yaourts aromatisés à base d'avoine et lupin.

**Figure23** : variation de la consistance des yaourts aromatisés à base d'avoine et lupin.

## Liste des abréviations

**Lb. Bulgaricus** : *Lactobacillus bulgaricus*.

**FAO**: Food and agriculture organisation.

**OMS** : Organisation mondiale de la santé.

**Kcal** : Kilocalorie.

**PH** : Potentiel d'hydrogène.

**St. thermophilus**: *Streptococcus thermophilus*.

**°D**: Degré Dornic.

**EPS** : Exopolysaccharides.

**UFC** : Unité formant colonie.

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone.

**GIPLAIT** : Groupe Industriel des Productions Laitières.

**G/100g** : gram/100 gram.

**JORA** : Journal officiel république algérien.

**°C**: degré Celsius.

**USDA**: United States Department of Agriculture.

**MG** : matière grasse.

**H** : heure.

**Min** : minute.

**L** : litre.

**Kg** : kilogramme.

**V** : volume.

**EST** : extrait sec total.

**HACCP**: Hazard analysis and critical control points.

# **Introduction**

Le yaourt est un produit laitier préparé par inoculation de bactéries du yaourt *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* au lait standardisé. Le yaourt est largement consommé en Europe de l'Est, dans les Balkans et au Moyen-Orient. **(Kaaki et al., 2012)**. Sa consommation est exigée, non seulement en raison de sa biodisponibilité en nutriments essentiels résultant de l'activité bactérienne du yaourt, mais également en raison des grandes variations de produits disponibles en termes de texture, de saveur et de goûts. **(Hill et al., 2017)**.

Outre ses bienfaits sur la santé, le yaourt séduit par ses propriétés sensorielles, à savoir sa texture, sa couleur et son aspect qui déterminent le profil d'acceptation du produit. Pour le succès d'un produit, les propriétés sensorielles sont essentielles et il est important d'identifier les limites de tolérance des propriétés sensorielles pour toute modification de la production ou de la formulation afin de garantir une qualité constante du produit. **(Costell et al., 2000)**. Ces caractéristiques sensorielles sont déterminées par de nombreuses variables : composition du lait, culture starter, méthode de production, traitement thermique, température d'incubation, pH final de la fermentation, processus de refroidissement, ainsi que l'ordre précis et la durée de production de ces étapes au cours de la fermentation. **(Küçükçetin, 2008)**.

Il existe de nombreux types de yaourts sur le marché, auxquels sont rajoutés divers ingrédients comme les fruits et les légumes secs. Ces aliments comprennent les fraises, les pêches, des fragments de blé, et le miel. Le yaourt aux fruits est fabriqué en incorporant des fruits ou des parties de fruits ou d'autres produits à base de fruits comme les gelées, les confitures et les sirops. **(Vahedi et al, 2008)**.

L'avoine est unique parmi toutes les céréales cultivées car elle possède de nombreux nutriments qui ont une valeur pour l'alimentation humaine, animale, les soins de santé et les cosmétiques. En raison de la sensibilisation croissante du public aux habitudes alimentaires saines, l'avoine a reçu une attention accrue de la part des chercheurs scientifiques et des industries. En effet, cette céréale est une source importante de glucides, de fibres alimentaires solubles, de protéines équilibrées, de lipides, de différents composés phénoliques, de vitamines et de minéraux. Bien que l'avoine soit principalement utilisée dans les céréales pour petit-déjeuner, son inclusion dans différents produits serait grandement bénéfique pour les consommateurs en raison de ses attributs bénéfiques pour la santé. **(Paudel et al, 2021)**.

Le lupin est une légumineuse dont la graine suscite un intérêt croissant. Ses propriétés nutritionnelles reconnues, principalement sa teneur élevée en protéines, en fibres alimentaires et sa faible teneur en matières grasses, qui font du lupin une alternative appropriée non seulement aux protéines animales, mais aussi comme substitut aux farines plus transformées et moins équilibrées d'un point de vue nutritionnel, utilisées dans la préparation de pain, de gâteaux et de biscuits, entre autres. De plus, ses composés nutritionnels et bioactifs présentent des avantages potentiels pour la santé humaine dans la prévention et le traitement de certaines maladies. **(Pereira et al., 2022).**

Dans le présent travail, nous avons préparé un yaourt aromatisé, additionné de farine d'avoine et/ou de lupin, selon différentes concentrations (0%, 10%, 16% et 20%). Ensuite, nous avons effectué l'analyse de quelques caractères physico-chimiques (acidité, matière grasse et extrait sec) et microbiologiques (recherche des staphylocoques, entérobactéries, levures et moisissures), puis une analyse sensorielle pour déterminer les propriétés organoleptiques du produit fini.

Ce mémoire comporte trois chapitres : un chapitre premier est une synthèse bibliographique concernant le yaourt avec ses différents ingrédients principaux et ajoutés ; un second est dédié à la présentation du matériel et méthodes utilisés, et un troisième présente interprète et discute les différents résultats obtenus.



# **Synthèse bibliographique**

# **1-Généraliés sur le yaourt**

## **1-1-Historique**

Le yaourt est un aliment ancien qui a porté de nombreux noms au fil des millénaires : katyk (Arménie), dahi (Inde), zabadi (Égypte), mast (Iran), leben raib (Arabie saoudite), laban (Irak et Liban), roba (Soudan), iogurte (Brésil), cuajada (Espagne). On pense que les produits laitiers ont été incorporés dans l'alimentation humaine vers 10 000-5 000 avant JC, avec la domestication des animaux producteurs de lait (vaches, brebis et chèvres, ainsi que yacks, chevaux, buffles et chameaux). **(Aznar, 2013)**

Les écritures ayurvédiques indiennes, datant d'environ 6 000 avant JC, font référence aux bienfaits pour la santé de la consommation de produits laitiers fermentés.<sup>4</sup> Aujourd'hui, on trouve plus de 700 yaourts et produits fromagers dans la cuisine indienne. Pendant des millénaires, la fabrication du yaourt a été la seule méthode sûre connue pour conserver le lait, autre que son séchage. Le yaourt était bien connu dans les empires grec et romain, et les Grecs furent les premiers à le mentionner dans des références écrites en 100 avant JC, soulignant l'utilisation du yaourt par les nations barbares. Dans la Bible (Livre de Job), Abraham doit sa longévité et sa fécondité à la consommation de yaourt, et il y a une référence au « Pays du lait et du miel », que de nombreux historiens ont interprété comme une référence au yaourt. **(Batmanglij, 2007)**

Ce n'est qu'au XXe siècle que les chercheurs ont expliqué les bienfaits pour la santé associés à la consommation de yaourt. En 1905, un étudiant en médecine bulgare, Stamen Grigorov, fut le premier à découvrir *Bacillus bulgaricus* (aujourd'hui *L. bulgaricus*), une bactérie lactique encore utilisée aujourd'hui dans les cultures de yaourt. Sur la base des découvertes de Grigorov, en 1909, la lauréate russe du prix Nobel, Yllia Metchnikoff, de l'Institut Pasteur de Paris, a suggéré que les lactobacilles contenus dans le yaourt étaient associés à la longévité de la population paysanne bulgare.<sup>3</sup> Au début du 20e siècle, le yaourt est devenu connu pour ses bienfaits sur la santé et était vendu en pharmacie comme médicament. **(Brothwell, 1997)**

Aujourd'hui, le yaourt est généralement du lait qui a été fermenté et acidifié avec des bactéries viables et bien définies, créant ainsi un produit épais, souvent aromatisé, avec une durée de conservation prolongée. Il contient des nutriments essentiels et constitue un véhicule d'enrichissement (probiotiques, fibres, vitamines et minéraux ajoutés). Il est également facilement modifié par les édulcorants, les fruits et les arômes pour affecter la consistance et l'arôme. Le yaourt peut également être produit à partir de riz, de soja ou de noix. **(Bodot, 2013).**

Les types de yaourts consommés aujourd'hui sont influencés par les traditions locales ou correspondent à certains modes de vie. En Europe de l'Est et en Asie, on consomme du lait ayant subi une fermentation alcoolique en combinant bactéries et levures (ex. Kéfir, Koumis) ; en Allemagne et en Espagne, le yaourt est généralement traité thermiquement pour tuer les bactéries ; et dans d'autres pays, divers probiotiques et/ou prébiotiques sont ajoutés au mélange. **(Bodot, 2013).**

### **1-2-définition du yaourt :**

Le yaourt est un aliment fonctionnel, une médecine préventive et le traitement à domicile dans les temps nouveaux nécessite une éducation publique persistante et transparente. C'est un aliment riche en nutriments produit après fermentation bactérienne du lait. Récemment, de nombreuses études ont fait état de ses effets considérables sur la santé et fournit plusieurs nutriments qui peuvent contribuer à améliorer la santé des groupes vulnérables. Il est riche en acides aminés essentiels, en calcium, en vitamine D, en riboflavine, en vitamine B6 et en vitamine B12. Il favorise la population microbienne intestinale en tant que porteur de probiotiques qui contrôlent les infections intestinales, réduisent les taux de cholestérol sérique et l'intolérance au lactose et réduisent le risque de cancer **(Mckinley, 2005)**

### **1-3- Différents types de yaourt :**

Les yaourts sont disponibles sur le marché dans une variété de textures, de saveurs et de formes qui conviennent à un large éventail de repas et d'occasions. **(Santos, 2022)** Plusieurs noms sont utilisés pour classer les styles de yaourt, dont certains incluent le yaourt vivant, le yaourt entier, le yaourt brassé, le yaourt ferme, le yaourt nature et le yaourt maigre. **(Rashwan, 2022)**

Korkmaz et coll. ont affirmé que la classification du yaourt est influencée par sa méthode de préparation, sa texture, ses propriétés empâtantes et sa rhéologie. Les paramètres pris en compte lors de la classification du yaourt comprennent sa nature physique, sa composition chimique, son style de fabrication/processus d'incubation et les arômes ajoutés. **(Korkmaz, 2021)**

#### **1-3.1. Le yaourt ferme :**

Le yaourt ferme est un type de yaourt qui a une consistance plus épaisse et plus dense que le yaourt ordinaire. Cet objectif est obtenu grâce à des processus spécifiques lors de la production du yaourt. Pour fabriquer un yaourt ferme, le lait est généralement chauffé à une certaine tem-

pérature puis inoculé avec des cultures bactériennes spécifiques, telles que *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Ces bactéries fermentent le sucre du lait (lactose) en acide lactique, ce qui provoque la coagulation des protéines du lait, ce qui donne une texture plus épaisse. (Marco, 2017)

La composition nutritionnelle du yaourt ferme peut varier en fonction du type de lait utilisé et des ingrédients ajoutés. Généralement, le yaourt ferme est une bonne source de protéines et de calcium, et il peut également contenir des probiotiques qui peuvent améliorer la digestion et contribuer à un microbiome intestinal sain. (Baker, 1993)

**Tableau 1 : Valeurs nutritionnelles de yaourt ferme. (Lecerf, 2020)**

Nutriments	Quantité pour 100 g
Énergie (kJ)	184
Énergie (kcal)	44
Matières grasses (g)	1,1
Gras saturés (g)	0,7
Glucides (g)	3,7
Sucres (g)	3,7
Fibres (g)	0,1
Protéine (g)	3,8
Sel (g)	0,14
Calcium (mg)	120

### 1.3.2. Le yaourt brassé :

Le yaourt brassé est un type de yaourt fabriqué en incubant le yaourt dans un récipient, suivi d'une pulvérisation par agitation, refroidissement et emballage. Il se caractérise par son état semi-solide et est souvent fabriqué à partir de lait entier ou partiellement écrémé et de lait écrémé. Le processus d'agitation perturbe la structure du gel du yaourt, ce qui donne une texture plus lisse que celle du yaourt pris, qui a une texture solide semblable à de la gelée.

. Les yaourts brassés sont préparés en mélangeant de la purée de fruits, du saccharose ou du glucose à du yaourt nature frais préparé en vrac. (Béal et Helinck, 2019)

**Tableau 2 : Valeur nutritionnelles de yaourt brassé (Qayyum, 2022)**

Nutriments	Quantité (pour 100 g)
Calories	70-90 calories
Graisse	1,5-3,3g
Glucides	11-13,6g
Protéines	3,5-5g

### 1.3.3. Le yaourt entier :

Le yaourt entier est un aliment produit par fermentation bactérienne du lait entier, qui contient un minimum de 3,25 g de lipides (graisses) totaux pour 100 g. Le processus de fermentation implique l'action de micro-organismes spécifiques, tels que *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, qui transforment les sucres du lait en acide lactique, ce qui donne le goût piquant caractéristique et la texture épaisse du yaourt. (Amaya-Llano, 2008)

La valeur nutritionnelle du yaourt entier peut varier en fonction du type et de la marque. En résumé, le yaourt entier est un aliment nutritif riche en protéines, en calcium et en bactéries bénéfiques en raison du processus de fermentation impliquant des souches spécifiques de bactéries. (Mckinley,2005)

**Tableau 3 : compositions nutritionnelles de yaourt entier. (Santiago et al, 2016)**

Nutriments	Quantité (pour 100 g)
Calories	61
Eau	88%
Protéine	3,5g
Glucides	4,7g
Sucre	4,7g
Fibre	0g
Graisse	3,3g

### 1.3-4- le yaourt nature :

Le yaourt nature est un type de yaourt à base de lait entier qui ne contient aucun sucre, arôme ou ingrédient artificiel ajouté. Il est souvent appelé « yaourt nature » et constitue un choix populaire pour ceux qui recherchent une option de yaourt plus saine. (Pei et al, 2017)

La composition nutritionnelle du yaourt nature peut varier selon le type de yaourt et ses ingrédients.

**Tableau 4 :** compositions nutritionnelles de yaourt nature. (Drouin-Chartier, et al, 2019)

Nutriments	Quantité (pour 100 g)
Énergie	66 kcal
Protéine	3,5g
Glucides	4,7 g
Sucres	4,7g
Matières grasses	3,3 g
Gras saturés	2,3 g

### 1.3-5-le yaourt maigre :

Le yaourt maigre est un type de yaourt qui contient des niveaux réduits de matières grasses par rapport au yaourt entier traditionnel. Sa teneur en matières grasses varie généralement de 0,4 % dans le yaourt sans gras à environ 3,3 % dans les versions faibles en gras, ce qui en fait une option plus légère pour ceux qui cherchent à réduire leur consommation de matières grasses.il est souvent préparé avec du lait écrémé ou du lait faible en gras, ce qui entraîne une teneur plus faible en calories et en matières grasses tout en fournissant des nutriments essentiels comme les protéines et le calcium. (Zhengyuan, 2022) (Tableau 5).

**Tableau 5 :** compositions nutritionnelles de yaourt maigre. (Favier, 1991)

Nutriments	Quantité (pour 100g)
Calories	63
Matières grasses	1,55g
Glucides	7,04g
Protéine	5,25g
Gras saturés	1g

#### **1-4- Cartéristiques générales des bactéries du yaourt :**

Les bactéries du yaourt sont un groupe spécifique de micro-organismes utilisés dans la production du yaourt, avec *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus Bulgaricus* étant la principale espèce utilisée. Ces bactéries sont responsables de la fermentation des sucres du lait, de la production d'acide lactique et de la contribution à la saveur et à la texture du yaourt. Les aspects génétiques et moléculaires des bactéries du yaourt ont été étudiés de manière approfondie, et il a été démontré que ces bactéries présentent des avantages potentiels pour la santé, notamment leurs propriétés probiotiques et leur capacité à améliorer la digestion et l'immunité. **(SINGH et al, 2006)**

##### **1.4-1-*Streptococcus thermophilus* :**

*Streptococcus thermophilus* est une bactérie à Gram positif couramment utilisée dans la production de produits laitiers fermentés comme le yaourt. C'est un anaérobie facultatif fermentatif que l'on trouve dans les produits laitiers fermentés et qui est souvent utilisé aux côtés de *Lactobacillus Bulgaricus* dans la production de yaourt. **(Sieuwert, 2010)**

Cette bactérie joue un rôle crucial dans la fermentation des sucres du lait, produisant de l'acide lactique, qui donne au yaourt sa texture et sa saveur caractéristiques. *Streptococcus thermophilus* a une plage de température de croissance optimale de 35 à 42 °C (95 à 108 °F) et est connu pour sa relation synergique avec *Lactobacillus bulgaricus* dans la production de yaourt. De plus, les cultures vivantes de *Streptococcus thermophilus* dans le yaourt peuvent faciliter la digestion du lactose, rendant les produits laitiers plus facilement digestibles pour les personnes intolérantes au lactose. **(Moschioni, 2010)**

**Tableau 6 :** Caractéristiques générales de *Streptococcus thermophilus*. (Gerald,2005)

Type de test	Test	Caractéristiques
<b>Caractères de la colonie</b>	Couleur	Jaunâtre
	Forme	Convexe
	Type	Rond
<b>Caractères Morphologiques</b>	Forme	Rond
	Taille	0,7-0,9 µm
<b>Caractères physiologiques</b>	Motilité	-
<b>Caractères biologiques</b>	Coloration de Gram	+
	Catalase	-
	Oxydase	-
	Cytochromes	-



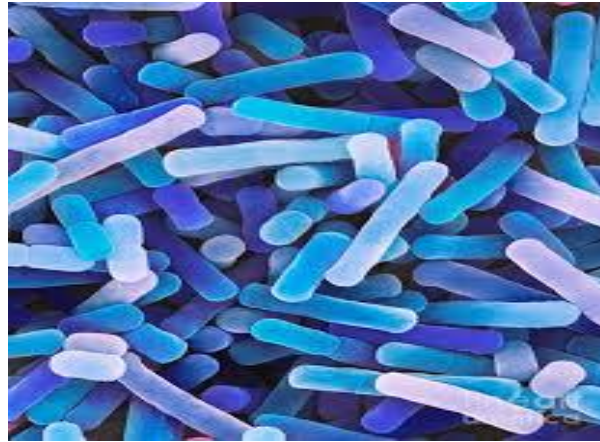
**Figure 1 :** Aspect microscopique des cellules de *St. Thermophilus* (Helal,2023)

#### **1.4-2- *Lactobacillus bulgaricus* :**

*Lactobacillus bulgaricus*, est une bactérie à Gram positif en forme de bâtonnet couramment utilisée dans la production de yaourt et d'autres produits laitiers fermentés. Il s'agit d'une bactérie lactique homofermentaire, ce qui signifie qu'elle produit de l'acide lactique comme seul produit final du métabolisme des glucides. Cette bactérie est non mobile, non sporulée et non pathogène, et nécessite un pH faible (environ 5,4 à 4,6) et des conditions anaérobies pour



se développer efficacement. On le trouve souvent dans les produits laitiers crus et crée et maintient un environnement acide grâce à la production d'acide lactique. (Hao, et al., 2011)



**Figure 2 :** Aspect microbiologique des cellules de *Lactobacillus bulgaricus* (science photo, 2024)

### **1-5- Intérêt et fonction de bactérie de yaourt :**

#### **1.5-1- Productions d'acide lactique :**

La production d'acide lactique est un processus clé dans la fermentation du yaourt, où les bactéries lactiques convertissent les glucides du lait en acide lactique. Cette conversion est essentielle pour la saveur caractéristique, la texture et les bienfaits du yaourt pour la santé. L'acide lactique produit pendant la fermentation contribue non seulement au goût piquant du yaourt, mais contribue également à améliorer sa conservation en créant un environnement acide qui inhibe la croissance de bactéries nocives. (Mazahreh & Ershidat, 2009).

#### **1.5-2-Activité protéolytique :**

L'activité protéolytique des bactéries du yaourt fait référence à la capacité de ces micro-organismes à décomposer les protéines du lait en peptides et acides aminés plus petits. Cette activité est cruciale pour la croissance et la survie des bactéries présentes dans le lait, qui contient des quantités limitées d'acides aminés libres et de peptides nécessaires à leur croissance. Le système protéolytique des bactéries du yaourt comprend des protéinases et des peptidases qui leur permettent d'utiliser la caséine du lait comme source d'acides aminés et d'azote. (Lopez,2008)

### **1.5-3-activité aromatique :**

L'activité aromatique du yaourt est principalement attribuée à la production de composés aromatiques volatils par les bactéries du yaourt, notamment *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Ces bactéries jouent un rôle crucial dans la synthèse de composés aromatiques comme l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acétoïne, l'acétone et divers acides gras pendant le processus de fermentation.

Comprendre et contrôler l'activité aromatique des bactéries du yaourt sont essentiels pour produire du yaourt aux profils aromatiques souhaités et garantir la satisfaction du consommateur. (Singh et al,2006)

### **1.5-4-activité texturant :**

Les bactéries présentes dans le yaourt produisent des exopolysaccharides (EPS) pendant la fermentation, qui contribuent à la texture, à la viscosité et aux caractéristiques sensorielles du yaourt. Des études ont montré qu'une production plus élevée d'exopolysaccharides par les cultures starter de yaourt peut conduire à une texture améliorée, une synérèse réduite (séparation des liquides) et des propriétés sensorielles améliorées du yaourt. (Xue, 2016).

### **1-6-comportement associatif des deux souches :**

Le comportement associatif des deux souches bactériennes du yaourt, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*, se caractérise par diverses interactions bactériennes, notamment le mutualisme, qui façonne la viscosité du yaourt de différentes manières. Les exopolysaccharides (EPS) produits par ces bactéries pendant la fermentation peuvent varier en composition et en taille moléculaire, ce qui a un impact sur la texture et les propriétés sensorielles du yaourt. (Françoise, 2017).

### **1-7-Etapes de la fabrication de yaourt :**

#### **1.7-1-standarisation et homogénéisation du mélange :**

La standardisation dans la production de yaourt implique l'ajustement de la composition du lait pour obtenir la teneur souhaitée en matières grasses et en solides, garantissant ainsi la cohérence du produit final. Ce processus est crucial pour contrôler la teneur en matières grasses et les autres composants du lait avant une transformation ultérieure. D'autre part, l'homogénéisation est un processus mécanique qui décompose les globules gras du lait en particules plus petites pour créer un mélange uniforme. Cette étape empêche la crème de se séparer et de remonter à

la surface du yaourt, améliorant ainsi la texture et l'apparence du produit final. **(Curr.Microbiol, 2019).**

#### **1.7-2-traitement thermique :**

Le traitement thermique est une étape essentielle dans la production du yaourt, car il affecte la qualité et la durée de conservation du produit final. Il a été démontré qu'un traitement thermique à 70°C, 75°C et 80°C pendant 5 minutes améliore la qualité et la durée de conservation du yaourt pendant 21 jours de stockage au froid, avec plus de 80 % des échantillons traités thermiquement toujours acceptés. Et très bien noté. **(Ichimura, 2023)**

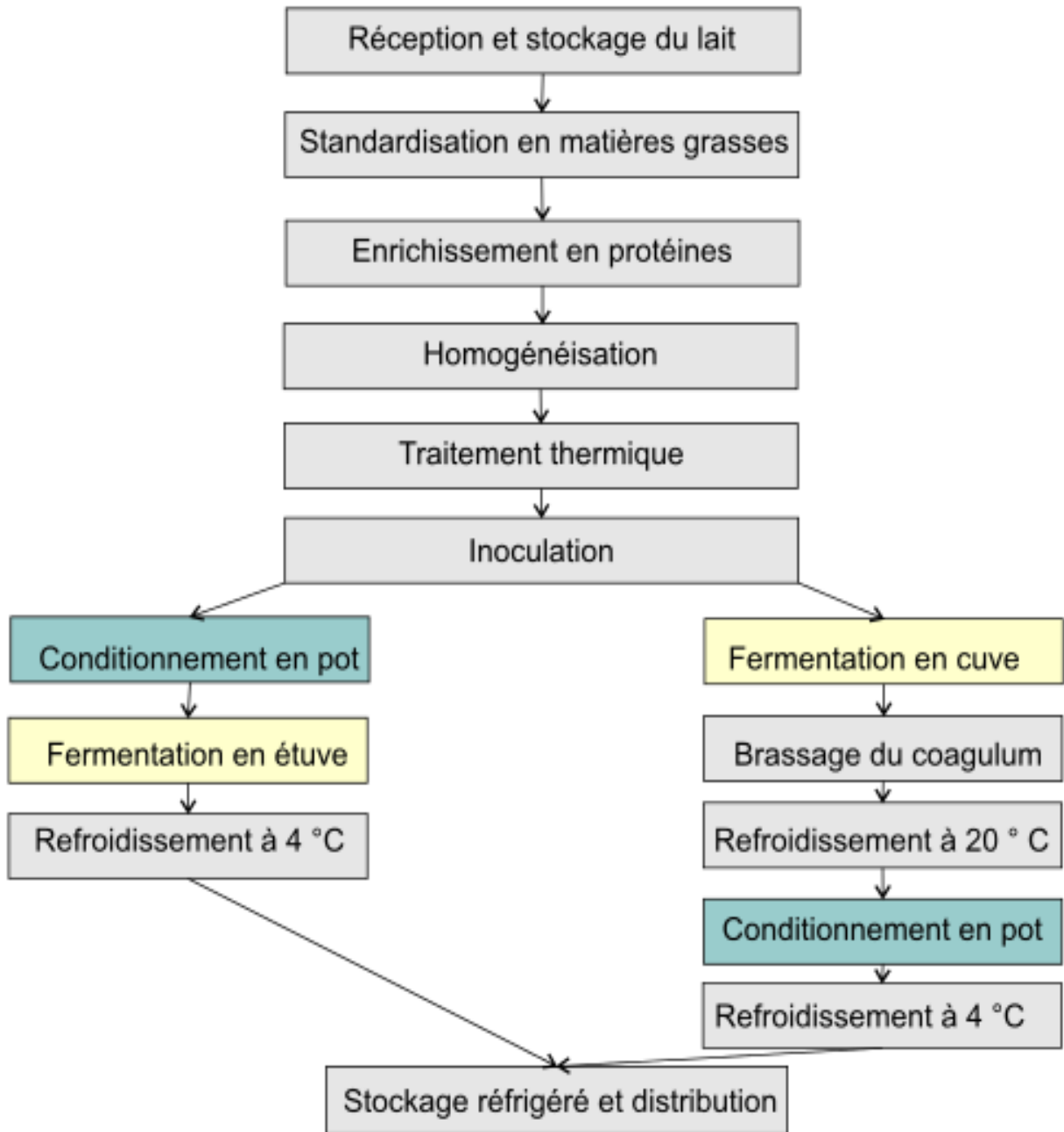
#### **1.7-3-fermentation lactique :**

La fermentation lactique du yaourt implique la transformation du lactose en acide lactique par des bactéries lactiques spécifiques, telles que *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Ce processus fait gélifier le lait et former du yaourt, ce qui prend généralement entre 3 et 5 heures. L'acide lactique produit pendant la fermentation diminue le pH du lait, conduisant à la saveur acidulée caractéristique et à la formation de la structure gel du yaourt. Ce processus de fermentation est essentiel au développement de la texture, de la saveur et de la qualité du yaourt. **(Abayneh,2020)**

#### **1.7-4-conditionnement et stockage :**

L'emballage et le stockage du yaourt sont importants pour maintenir sa qualité et sa durée de conservation. Les récipients en verre et en aluminium sont couramment utilisés pour emballer les yaourts fermentés, tandis que les films composites double couche et les gobelets en plastique sont également utilisés pour surmonter les problèmes associés aux récipients en verre et en aluminium. Le yaourt fermenté stérilisé est emballé dans des sacs en film composite ou des gobelets en plastique blanc en polystyrène fabriqués par thermoformage et étirage, qui sont scellés avec des matériaux composites en papier d'aluminium par thermoscellage à haute fréquence. **(Shuliy, 2019)**

Le matériau d'emballage peut affecter la libération de l'arôme, le profil sensoriel et les propriétés physiques du yaourt pendant le stockage. Il est essentiel de choisir des matériaux d'emballage appropriés capables de maintenir la qualité et la durée de conservation du yaourt pendant le stockage et le transport. **(Saint-Eve, 2008).**



**Figure 3** : Diagramme de fabrication du yaourt ferme et yaourt brassé (Bourlioux, et al,2011)

### **1-8-Structure et comportement rhéologiques des yaourts :**

Le yaourt est un matériau viscoélastique non newtonien, ce qui signifie que ses propriétés rhéologiques changent en fonction de la contrainte de cisaillement ou du taux de cisaillement appliqué.

. Les propriétés rhéologiques du yaourt sont affectées par divers facteurs, notamment les méthodes de production, les cultures utilisées et l'ajout de stabilisants et d'hydrocolloïdes. **(Sözeri, 2024).**

Ces additifs améliorent la texture, la stabilité et la capacité de rétention d'eau du yaourt, réduisant ainsi la synérèse (séparation excessive de l'eau) pendant le stockage, en particulier à haute température. **(Sci, 2016)**

Les propriétés rhéologiques du yaourt peuvent être déterminées à l'aide de diverses méthodes, telles que la diffusion dynamique de la lumière, la viscosimétrie rotationnelle et la rhéométrie oscillatoire. Ces méthodes aident à comprendre la structure, la microstructure et le comportement d'écoulement du yaourt, qui sont cruciaux pour le traitement, la manipulation et la conception des processus de production du yaourt. **(Divyang et al, 2016)**

## 2-Généralités sur l'avoine :

L'Avoine cultivée (*Avena sativa* L.), parfois appelée « avoine commune », « avoine byzantine » ou simplement « avoine », est une espèce de plantes monocotylédones de la famille des Poaceae (graminées), sous-famille des Pooideae (Tableau 7). Connue seulement à l'état cultivé (cultigène), cette espèce a probablement été domestiquée en Europe centrale et septentrionale vers 2500 ans av. J.-C. Ce sont des plantes herbacées annuelles aux tiges (chaumes) dressées et aux inflorescences en panicules lâches, aux épillets retombants. (Favennec, 2016)

**Tableau 7** : classification de l'avoine cultivé (Favennec, 2016).

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Liliopsida
<b>Sous-classe</b>	Commelinidae
<b>Ordre</b>	Cyperales
<b>Famille</b>	Poaceae
<b>Sous-famille</b>	Pooideae
<b>Tribu</b>	Aveneae
<b>Genre</b>	<i>Avena</i>
<b>Espèce</b>	<i>Avena sativa</i> L., 1753



**Figure 4** : Graines d'avoine (Rajimison, 2022).

La production mondiale d'avoine représente près de 800 kilogrammes par seconde, soit 25 millions de tonnes par an cultivée sur 10,6 millions d'hectares. L'Union européenne est la 1ère productrice d'avoine devant la Russie et le Canada. Mais ces deux derniers consomment l'essentiel de leur production. Campagne 2011-2012. (FAO ,2012) Globalement, la production annuelle est très inférieure à celles de blé, de maïs, ou même d'orge. (Planetoscope, 2012).

En Algérie, les céréales constituent la composante principale des productions végétales. Elles couvrent près de 80% de la surface agricole utile (SAU) et intéressent la presque totalité des exploitations agricoles. La superficie céréalière nationale se situe dans ses deux tiers à l'intérieur du pays. (Chabane et Boussard,2012 ; Feliachi, 2002). En Algérie, l'avoine vient en quatrième position avec une superficie moyenne de l'ordre de 68095,5 ha après le blé dur qui occupe une superficie moyenne de 1314014 ha très importants par rapport aux autres céréales, et à la surface destinée à la céréaliculture. (Ministère de l'agriculture, 2016).

### **2-1-Historique d'utilisation d'avoine :**

L'avoine est utilisée à des fins de soins personnels depuis l'antiquité. En effet, la folle avoine (*Avena sativa*) était utilisée dans les soins de la peau en Égypte et dans la péninsule arabique en 2000 avant JC. Les bains d'avoine étaient un traitement courant de l'insomnie, de l'anxiété et des maladies de la peau telles que l'eczéma et les brûlures. À l'époque romaine, son utilisation comme médicament pour les problèmes dermatologiques a été signalée par Pline, Columella et Theophrastus. (Melardi, 2013). Au XIXe siècle, les bains d'avoine étaient souvent utilisés pour traiter de nombreuses affections cutanées, en particulier les éruptions inflammatoires prurigineuses. Dans les années 1930, la littérature a fourni des preuves supplémentaires de l'action nettoyante de l'avoine ainsi que de sa capacité à soulager les démangeaisons et à protéger la peau. (Murphyethoffman,1992).

#### **2.1.1. En alimentation humaine :**

L'utilisation de l'avoine dans l'alimentation est surtout d'origine anglo-saxonne ou Nord européen sous forme de flocon ou farine, des biscuits, et la préparation de certaines boissons alcoolisées. Les produits d'avoine plus récents sont le lait d'avoine (un lait végétal), le son d'avoine recommandé dans le cadre de certains régimes amaigrissants. En 2003, la farine d'avoine colloïdale a été officiellement approuvée comme protecteur cutané par la FDA. (Baumann, 2007). Cependant, peu de réflexion avait été donnée à l'ingrédient actif de l'avoine responsable de

l'effet anti-inflammatoire jusqu'à ce qu'une plus grande attention ait été accordée aux avenanthramides, qui ont été isolés et caractérisés pour la première fois dans les années 1980 par Collins. **(Dimberg et al 1992 ; Carder et al 2013).**

### **2.1.2. En alimentation animale**

En tant qu'aliment, cette plante fournit un bon fourrage aux ruminants si elle est récoltée avant l'amorçage. Il peut également être cultivé en combinaison avec des légumineuses (comme la vesce) pour améliorer la teneur en protéines. Les céréales peuvent être utilisées comme aliments pour animaux, mais leur goût est inférieur à celui du blé. Les grains d'avoine étaient autrefois largement utilisés pour l'alimentation des chevaux en raison de leur « pouvoir excitateur » (dont l'origine n'est pas claire) qui stimule les animaux. Il est encore utilisé aujourd'hui pour les chevaux de sport. Cependant, sa valeur énergétique est bien inférieure à celle du blé ou de l'orge. **(Boumella, 2020)**

## **2.2. Composition des grains d'avoine : (Tableau 9)**

- **Les protéines** : Les quatre principales protéines du grain d'avoine sont l'albumine, la globuline, la prolamine, et la glutéline, elles sont différentes de celles des autres céréales par leur concentration. L'albumine et la globuline sont les principales protéines de stockage de l'avoine qui ont le plus haut équilibre des acides aminés essentiels pour le corps humain et spécialement riches en Lysine, tandis que la prolamine est la moins concentrée. **(Singh et al. 2013)**. Des études récentes ont démontré que l'avoine peut être tolérée par la plupart des personnes souffrant de la maladie cœliaque. **(Sánchez et al,2020)**.

- **Les lipides** : sont principalement stockés dans l'endosperme et se caractérisent par la teneur en acides gras insaturés. Ces lipides confèrent la stabilité et la longévité, et ne sont pas seulement impliqués dans les propriétés de la saveur et le collage du grain d'avoine mais déterminent également sa teneur énergétique et ses qualités nutritionnelles. **(Zhou et al, 1999)**. L'avoine est particulièrement riche en acides gras insaturés comme l'oléique (C 18 : 1) et acide linoléique (C 18 : 2), comptant pour environ 40 et 36% du total de l'huile contenue. **(Halima et al., 2015)**. Les niveaux les plus élevés d'acide insaturé ainsi que les faibles quantités de graisses saturées peuvent réduire le risque cardiaque dans les maladies vasculaires, la teneur élevée en huile et en fibres induit une sensation durable de satiété qui aide à perdre du poids. **(Sánchez et al, 2020)**.

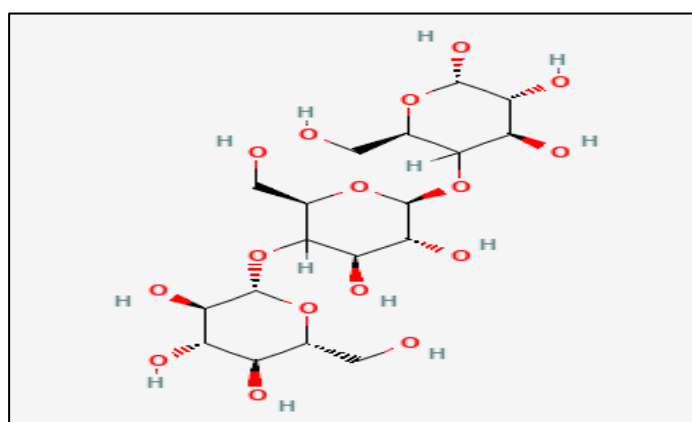


- **Les fibres** : sont des polysaccharides non amylacés et parmi lesquels un constituant propre à l'avoine qui est le  **$\beta$ -glucane** ; c'est des polysaccharides non amylacés formés par des glucoses reliés par des liaisons  $\beta$  (1–3) - (1–4) (fig 05) situés dans les parois cellulaires de l'endosperme et de l'aleurone (**Butt et al, 2008 ; Clemens et Van Klinken ,2014**) (Figure 06).

**Tableau 8** : Compositions physico-chimiques du grain d'avoine (**Sánchez et al, 2020**).

Composant	Valeur moyenne%	Intervalle %
Amidon	51.1	44-61
Protéines	15.2	11-20
Humidité	10.0	9-14
Fibres	8.9	7-11
Lipides	7.6	5-10
B-Glucane	4.2	2-6.6
Sucres Libres	1.1	9-1.3

- **Les  $\beta$ -glucanes** améliorent la dégradation des aliments en retardant la vidange de l'estomac avec un effet amortisseur sur l'oscillation du glucose dans l'intestin grêle et le sang provoquant un effet hypocholestérolémiant et améliorant l'équilibre de la microflore intestinale (**Frid et al. ,2017 ; Khan et al.,2018**). Ils modèrent la glycémie et réponse de l'insuline. En raison de sa viscosité, l'absorption du glucose et des stérols retarde la contribution à une atténuation des taux plasmatiques de glucose et d'insuline postprandiaux (**Butt et al.,2008**).



**Figure 6** : structure générale des  $\beta$ -glucanes (**Butt et al,2008 ; Clemens et Van Klinken, 2014**).

- **Les composants antioxydants** : L'avoine contient également une gamme variée de composés phénoliques, y compris ceux liés à un ester conjugué de glycérol, conjugués d'alkyle à liaison ester, glycérides à liaison éther et ester, acides anthraniliques et avenanthramides (AVA) (Gramza-Michalowska et al., 2018). La fraction de son contient également des polyphénols, dont les avenanthramides sont particulièrement bien connus pour leur activité antioxydante et leurs effets retardateurs sur l'artériosclérose et l'inflammation. D'autre part, les antioxydants de l'avoine peuvent également contribuer à la stabilité et au goût des produits alimentaires (Peterson ,2001). L'avoine est une source importante de composants antioxydants tels que les tocots, les acides phénoliques et avenanthramides (Chen et al., 2008). Les tocophérols, les tocotriénols et la vitamine E sont les principaux tocots présents dans l'avoine et leur concentration dépend de l'emplacement et du génotype (Peterson et Qureshi ,1993).

### 2.3.-Valeur nutritionnelle des grains d'avoine :

370 Kcal pour 100g de flocon d'avoine

**Tableau 09** : Valeur nutritionnelle d'avoine pour 100g\_(Miquel, 2022)

Composant	Quantité	Valeur moyenne%
Calcium	50 mg	5 %
Cuivre	0,35 mg	23 %
Fer	3,8 mg	35 %
Magnésium	104 mg	35 %
Manganèse	2,68 mg	-
Phosphore	387 mg	70 %
Potassium	325 mg	9 %
Sélénium	< 3,35 µg	0 %
Vitamine B1 (Thiamine)	0,43 mg	39 %
Sodium (sel)	4 mg	0 %
Zinc	2,6 mg	24 %

#### 2.4-Fabrication et conservation des flocons d'avoine :

Les flocons d'avoine sont transformés après la récolte des grains. Ils sont nettoyés, débarrassés de tout corps étranger avant d'être cuits à la vapeur et écrasés par une floconneuse (deux cylindres). Ils sont alors séchés avant d'être conditionnés. Il est possible d'en fabriquer soi-même (en troquant l'énorme floconneuse contre un rouleau à pâtisserie), mais le résultat est toujours moins fin que les flocons d'avoine industriels. (Alain, 2013)

Il faut Éviter l'humidité, l'ennemi des produits céréaliers secs, en rinçant et séchant les graines germées avant de les consommer. Pour une conservation optimale jusqu'à 5 jours sans perte de qualité nutritionnelle, et les stockés dans un bocal hermétique dans un endroit frais. L'avoine peut être conservée jusqu'à 6 mois de cette manière (FAO.2012).



Figure 07 : Flocons d'avoine conservés (original)

#### 3-Généralités sur le lupin :

Le lupin, du genre *Lupinus*, est une plante dicotylédone de la famille des Fabaceae (ou légumineuses), sous-famille des Faboideae, originaire des régions tempérées de l'Ancien Monde (bassin méditerranéen, Afrique orientale) et du Nouveau Monde (Amérique du Nord et du Sud), qui regroupe plus de 600 espèces acceptées. Ce sont des plantes herbacées annuelles ou vivaces, ou

plus rarement des arbrisseaux lignifiés. Elles se caractérisent notamment par la richesse en protéines de leurs graines (jusqu'à 50 %), mais beaucoup de ces espèces sont toxiques, du fait de la présence d'alcaloïdes, notamment dans les graines. (Jacques, 2010).

Certaines espèces (*Lupinus mutabilis*, Lupin bleu à feuilles étroites *Lupinus angustifolius*, Lupin blanc *Lupinus albus* et Lupin jaune *Lupinus luteus*) sont cultivées depuis plus de 4 000 ans pour leurs graines destinées à l'alimentation humaine ou animale, mais aussi pour leur capacité à améliorer les sols et comme plantes ornementales. Leur culture s'est sensiblement développée pour l'alimentation animale dans les dernières décennies, en particulier en Australie, grâce à la sélection de lupins « doux » à très faible teneur en alcaloïdes. Certaines espèces sont consommées traditionnellement en alimentation humaine dans les régions méditerranéenne et andine. (Jacques, 2010).



**Figure 08 :** Plante et graines de lupin des Andes, *Lupinus arboreus* (Bogdan,2011)

### 3.1-Historique d'utilisation du lupin :

Il y a longtemps que le lupin est parti à la conquête de nouveaux territoires. Originaire du bassin méditerranéen, il a été utilisé par les anciens égyptiens et grecs. Il a gagné l'Allemagne vers la fin du 18ème siècle, puis les pays de l'Est. Enfin, depuis 1800, il s'épanouit en Australie, premier pays producteur au monde. En France, à l'origine, les variétés de lupin d'hiver étaient hautes, sensibles à la verse, et peu résistantes au froid. L'Institut national de la recherche agronomique (Inra) a réalisé un important travail de sélection sur cette culture au cours des années 90. Les programmes de recherche de l'Inra sont aujourd'hui valorisés par le GIE Prolupin. Ils ont abouti à la création de nouvelles variétés disposant d'un très bon potentiel de rendement, ce

qui permet d'envisager une extension de la culture en France, fortement déficitaire en protéines pour l'alimentation des animaux d'élevage. (Agathe, 2022)



**Figure 09 : Grains de lupin (original)**

### **3.1.1. Utilisation en alimentation humaine :**

Le lupin accompagne l'histoire alimentaire de l'Homme depuis l'Antiquité, où il était, tout comme le pois chiche, symbole d'une nourriture populaire. Le lupin fut d'abord consommé sous forme de graines saumurées comme l'olive, dans le sud de la France, au Portugal et dans le Maghreb. Il est également utilisé dans le bassin méditerranéen et plus largement en Amérique du Sud sous forme de semoule pour confectionner des galettes. C'est depuis une vingtaine d'années que les industries alimentaires de la boulangerie, de la pâtisserie et de la diététique ont redécouvert le lupin sous forme de farine. « Outre une bonne valeur nutritionnelle, cette farine apporte des qualités de texture et de coloration proches de celles du jaune d'œuf et permet une meilleure conservation des produits dans lesquels elle entre », peut-on lire dans la brochure consacrée au lupin par PROLEA, la filière française des huiles et protéines végétales. (Tomasz, 2007)

### **3.1.2. Utilisation en alimentation de bétail :**

En France, parmi les protéagineux cultivables dans nos régions, la graine de lupin contient plus de protéines que celles du pois protéagineux ou de la féverole. Elle est par ailleurs beaucoup moins riche en amidon et apporte une grande partie de l'énergie sous la forme de lipides. Sa valeur azotée en fait également un complémentaire avantageux de l'ensilage de maïs : il peut remplacer le tourteau de soja. Pour les vaches laitières, le lupin peut être consommé sous forme

entière, mais il est recommandé de le broyer grossièrement. Les moutons, les chèvres et même les poissons peuvent consommer du lupin, source de protéines. (Tomasz, 2007)

### **3.2- Caractérisation physico-chimiques du lupin :**

#### **3.2.1. Macronutriments :**

Les graines de lupin comprennent une enveloppe externe, le tégument et une partie interne, les cotylédons. Le tégument est relativement épais chez les lupins et représente de 25 % (*Lupinus angustifolius*) à 15 % (*Lupinus albus*) du poids de la graine. (Tomasz, 2007).

Elles contiennent des macronutriments intéressants. Elles ont une forte teneur en protéines, des fibres, surtout présentes dans le tégument externe, des glucides, mais généralement pas d'amidon, des matières grasses et des minéraux. La teneur en protéines des graines issues du décorticage commercial est de 35 % pour le cotylédon et de 7 à 10 % pour les enveloppes. Ces protéines sont déficientes en acides aminés soufrés tels que la cystéine et la méthionine. La teneur en matières grasses brutes est de 9,1 % et 5,8 % dans les enveloppes et de 11,4 % et 6,6 % dans les cotylédons respectivement chez *L. albus* et *L. angustifolius*. Chez *L. albus*, la composition des matières grasses est similaire à celle d'huiles comestibles, comme les huiles de colza et de moutarde. L'huile tirée du lupin blanc contient de 1,5 à 2,7 % d'acide érucique. (Dhanushka, 2011).

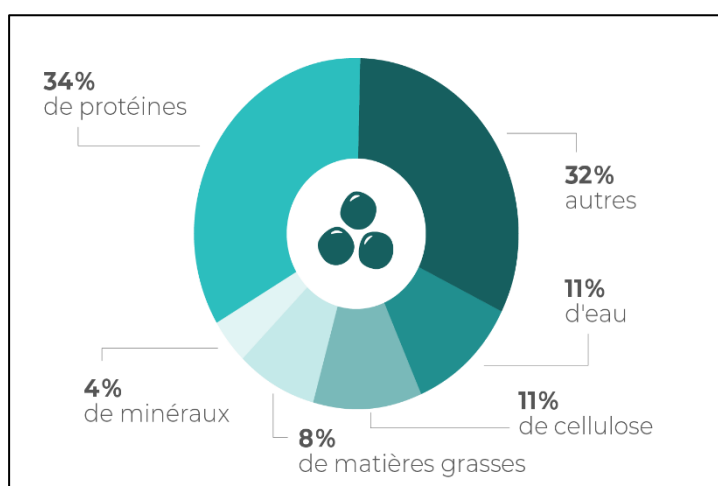
La teneur en fibres brutes est élevée dans l'enveloppe de la graine (14,9 % chez *L. angustifolius* et 10,3 % chez *L. albus*). Les glucides ont une composition différente dans l'enveloppe et dans les cotylédons. Dans l'enveloppe, ce sont des polysaccharides structuraux : cellulose, hémicelluloses et pectines, tandis que dans les dés cotylédons les principaux glucides sont des polysaccharides non structurels constitués de galactose, arabinose et acide uronique. (Dhanushka, 2011).

#### **3.2.2. Alcaloïdes**

La plupart des lupins contiennent de nombreux alcaloïdes de type quinolizidinique dans leurs graines telles que la lupanine et la spartéine. A titre d'exemple, les molécules les plus fréquentes trouvées dans des spécimens de *Lupinus angustifolius* cultivés en Europe ont été les suivantes : lupanine, 13-hydroxylupanine, angustifoline, isolupanine, spartéine, tétrahydrorhombifoline, isoangustifoline, 17-oxolupanine. (Kirsten et Jørn, 2008)

### 3.2.3. Facteurs antinutritionnels :

Les graines de lupins contiennent outre des alcaloïdes, diverses molécules pouvant avoir des effets antinutritionnels. Ce sont notamment l'acide érucique, des isoflavones, des phytates, des tannins, des saponines, des inhibiteurs de protéase, des lectines et des oligosaccharides de la famille de la raffinose. Toutefois, la teneur de ces différents composés est relativement faible et peu susceptible d'affecter la santé humaine en cas d'ingestion de ces graines. En particulier, les lupins ont un faible niveau pour les inhibiteurs de protéase et une teneur négligeable en lectines comparée à celle d'autres graines de légumineuses. **(Kirsten et Jørn, 2008)**



**Figure 09** : La composition moyenne de la graine de lupin **(Terresinovia, 2024)**.

### 3.3-Valeur nutritionnelle des grains de lupin :

Les grains de lupin se distinguent par leur teneur élevée en protéines végétales, fibres, minéraux Et vitamines, en plus d'avoir un faible index glycémique. Cela en fait un aliment très intéressant d'un point de vue nutritionnel, avec de nombreux bénéfices potentiels pour la santé. **(FAO, 2022)**.

**Tableau 10** : valeur nutritionnelle des grains de lupin (Laurent, 2017).

Nutriment	Quantité pour 100g
Calories	356 kcal
Cuivre	1,02 mg
Fer	4,36 mg
Manganèse	2,38 mg
Zinc	4,75 mg
Phosphore	440 mg
Potassium	1010 mg
Vitamine B1 (Thiamine)	0,5 mg
Vitamine C	3 mg
Vitamine E	7,4 mg



**Figure 10** : Conserve traditionnelle des graines de lupin (Tomasz, 2007)



### **3.4-Les atouts techniques du lupin :**

Ayant la capacité de former des nodules, le lupin est capable de fixer l'azote atmosphérique ; il ne nécessite donc pas d'apport d'engrais azoté. De plus, il est faiblement exigeant phosphore et potasse. Cette quasi autosuffisance permet de réduire l'impact environnemental (moins consommation d'énergie fossile imputable au tracteur, moins d'émission de gaz à effet de serre et de gaz acidifiants). La qualité de l'eau souterraine est ainsi préservée. De plus, l'introduction du lupin permet de diminuer l'apport d'azote sur le blé suivant. **(Terresinovia, 2024).**

Le lupin en tête de rotation permet non seulement de limiter l'apport d'engrais azoté sur la culture suivante, mais également de rompre le cycle des maladies et ravageurs des céréales, garantissant un système plus sain et un moindre apport de fongicides et herbicides. **(Tomasz, 2007)**

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **1-1- Présentation de l'entreprise Giplait :**

Giplait est un groupe industriel de productions laitières basé à Tlemcen, en Algérie. Il s'agit de l'un des plus grands producteurs de lait et de produits laitiers du pays, avec une production quotidienne de plus de 4 millions de litres. **(Giplait tlemcen,2023)**

Il remonte à la création de l'office national du lait ONALAIT en 1969, Outre la production et la commercialisation des laits et produits laitiers, le groupe aussi pour mission de développer la production nationale de lait, comme il participe activement à la régulation du marché national du lait. Avec plus de 3800 collaborateurs, le groupe compte 16 filiales dont 15 spécialisées dans la production de laits et dérivés et une chargée de la gestion des fermes pilotes au nombre de 19, dont la vocation principale est l'élevage de bovins laitiers. **(GIPLAIT,2015)**

#### **Fiche technique de l'entreprise : (GIPLAIT tlemcen,2023)**

- **Affiliation** : groupe industriel des productions laitières
- **Date de création** :1969
- **Activité** : production et commercialisation de lait et dérivé
- **Localisation** : ROUTE ABOU TACHFINE wilaya de Tlemcen
- **Objet** : production de plus de 130.000 litres de lait et dérivés parajour.
- **Produits** : lait de vache, l'ben, rayeb, beurre et yaourt
- **Capacité totale de stockage** : 3 tanks pour la production et 3tanks pour le stockage des produits.
- Capacité** : 10.000 litres chacun.

### **1-2-Matériel et Méthodes**

Cette étude a été réalisée au niveau de laboratoire d'analyse physico-chimiques et microbiologique de l'entreprise Giplait-Mansourah-Tlemcen. De 27 février2024 au 11 Avril2024. Elle consiste d'élaborer un yaourt aromatisé par l'avoine et le lupin, et déterminé ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles.

#### **1-2-1-Matériel utilisé**

Pour la fabrication de yaourt dans l'entreprise giplait, plusieurs équipements sont utilisés pour assurer une production de qualité et en grande quantité :

- **Cuve de pasteurisation** : Cette cuve permet de pasteuriser le lait, c'est-à-dire de le chauffer à une température suffisamment élevée pour éliminer les bactéries indésirables, tout en préservant les bactéries lactiques nécessaires à la fabrication du yaourt

- **Pompe** : La pompe est utilisée pour transférer les produits du pasteurisateur à la conditionneuse.
- **Conditionneuse à yaourts** : Cette machine remplit, scelle et date les pots de yaourts.
- **Étuve à yaourts** : L'étuve maintient les pots à 45°C pendant environ 4 heures pour favoriser la fermentation
- **Chambre froide** : La chambre froide permet de conserver les produits à 4°C

### **1-2-2-Matières premières :**

#### **- Farine d'avoine et de lupin :**

Les farines d'avoine et de lupin ayant fait l'objet de cette étude ont été achetées au magasin d'épices le 26/02/2024.

### **1-2-3- Étapes globales de la préparation de yaourt :**

Les principales étapes effectuées pour la préparation du yaourt sont comme suit :

- chauffer le lait pendant 15 minute jusqu'à ce qu'il arrive à une température de 75°C.
- laisser refroidit jusqu'à 38-40°C.
- ajouter ensuite les farines d'avoine et de lupin à des taux de 0, 10, 15 et 20%
- repartir dans des pots stériles de capacité de 100ml.
- incubé les échantillons à 45°C pendant 4 heures.
- conserver les yaourts obtenus à 4°C au réfrigérateur pendant la période d'expérimentations.

### **2-Les analyses physico-chimiques :**

Le yaourt est analysé pour vérifier sa conformité aux normes de qualité et de sécurité alimentaire. Les principaux tests physico-chimiques effectués sont :

#### **2-1- Détermination de l'Acidité**

##### **A-Principe :**

L'acidité est un paramètre clé de la qualité des yaourts, conférant à la fois leurs propriétés organoleptiques et nutritionnelles. Elle résulte de l'activité acidifiante des bactéries lactiques au cours de la fermentation. **(Catherine et Sandra,2019).**

#### **1-Matériel utilisé :**

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| -Ph mètre            | - Pipette         |
| -Cuillère de spatule | - Phénolphtaléine |
| -Becher              | - Soude dormic    |
| -Burette             |                   |

## **B- Mode opératoire :**

### **Étape 1 : Préparation de l'échantillon**

- Mettre 10 ml de yaourt dans un bécher
- Ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine comme indicateur coloré

### **Étape 2 : Titration**

- Titrer le yaourt avec une solution de soude jusqu'à ce que la phénolphtaléine commence à virer au rose
- Lire le volume de soude utilisé sur la burette graduée

### **Étape 3 : Calcul de l'acidité**

- L'acidité est calculée en fonction du volume de soude N/9 utilisé, exprimée en degrés Dornic (°D). 1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait (Diedonne et Patrick, 2014).

### **Étape 4 : Lecture du pH**

- Utiliser un pH-mètre correctement étalonné pour mesurer le pH du yaourt
- Lire le pH directement sur le cadran du pH-mètre après stabilisation.



**Figure11 : Mesure d'acidité (original)**

## **2-2- Détermination de la teneur en matière grasse :**

### **A-Principe :**

Repose sur la méthode acido-butyrométrie Cette méthode est conventionnelle et permet d'évaluer la teneur en matière grasse des produits laitiers, y compris les yaourts. Le principe de la méthode est basé sur l'attaque du yaourt par l'acide sulfurique, suivi d'une séparation par centrifugation en présence d'alcool isoamylique de la matière grasse libérée. (Mounia,2013).

## **B-Matériel et produits utilisés :**

- Butyromètre
- Pipette graduée
- Centrifugeuse
- Alcool isoamylique
- Acide sulfurique
- Agitateur

## **C-Mode opératoire :**

### **Etape 1 : préparation de l'échantillon**

- dans un butyromètre ajouter respectivement 10ml d'acide sulfurique.
- puis ajouter 11ml de lait partiellement écrémé 1 ml d'alcool isoamylique

### **Etape 2 : attente et centrifugation**

- boucher le butyromètre et agiter latéralement et après le retourner en position verticale.
- mettre dans la centrifugeuse pendant 5 min.

### **Etape 3 : lecture de résultats**

- Après centrifugation, retirer le butyromètre et faire la lecture directe de la colonne lipidique (g/l).



**Figure12 : Centrifugeuse (original)**

## **2-3-Mesure de l'extrait sec total (EST)**

### **A-Principe :**

L'extrait sec total ou matières sèches totales est l'ensemble de toutes les substances qui, dans des conditions physiques déterminées, ne se volatilisent pas. La méthode consiste à peser le résidu laissé par l'évaporation de l'échantillon sur un bain-marie bouillant, suivi d'un traitement dans une étuve à dessiccation. **(Brereton, et al 2003)**

### **B-Matériel utilisé :**

- boite de pétri
- spatule
- autoclave
- dessiccateur (MB25)

### **C-Mode opératoire :**

- Stériliser de la boite pétrie dans un autoclave (à 180°C pendant 20 minutes).
- prélever avec une spatule 5g de notre yaourt et la mettre sur la boite pétrie stérilisé.
- déposer la boite dans le dessiccateur (MB25) et tarer le poids de la boite.
- fermer le dessiccateur, et attendre environ 10-15 minute jusqu'au bip sonore de l'appareil.

### **-Lecture :**

Le taux de l'extrait s'affiche directement sur l'appareille en g/kg ou %



**Figure13 : Dessiccateur MB25 (original).**

### **3-Les analyses microbiologiques :**

Les analyses microbiologiques sont des outils essentiels pour évaluer la présence de micro-organismes pathogènes et non pathogènes dans divers contextes, contribuant à garantir la sécurité des produits alimentaires, de l'eau et des matériaux, tout en respectant les normes réglementaires en vigueur.

#### **3-1-Matériel utilisé :**

- l'eau de ringer
- boites de Pétri
- tubes à essai
- pipette
- pipettes Pasteur
- bec bunsen

### 3-2-L'analyse microbiologique du yaourt

Les analyses microbiologiques possèdent rôle crucial pour assurer la qualité des produits et garantir la sécurité et la santé du consommateur.

#### a- Produits et milieux de culture utilisés :

##### - l'eau de Ringer

- **Baird-Parker**, est un milieu de culture sélectif et différentiel employé en microbiologie pour l'isolement et l'identification du pathogène *Staphylococcus aureus*.

- **La gélose de Sabouraud**, est un milieu d'isolement des moisissures et levures.

- **La gélose MacConkey** est un milieu de culture sélectif et différentiel employé en microbiologie pour l'isolement et l'identification des entérobactéries.

#### b- Mode opératoire

- tout d'abord les boîtes de Pétri sont remplies par le milieu de culture gélosé nécessaire pour chaque microorganisme recherché.

- on réalise ensuite une série de dilutions du yaourt dans l'eau de Ringer

- puis à partir des dilutions, on prélève par une pipette stérile : 1ml pour les entérobactéries, 1ml pour les levures et moisissures et 0,1ml pour les staphylocoques.

- ces volumes sontensemencés à la surface de chaque milieu de culture approprié grâce à une pipette râteau stérilisée au bec Bunsen.

- l'incubation se fait à 37°C pendant 24h pour les staphylocoques et les entérobactéries, et à 25°C pendant 5 jours pour les levures et les moisissures.

#### c- Lecture :

-Après incubation, les colonies caractéristiques apparues sont dénombrées, puis la charge des microorganismes est rapportée en UFC/ml d'échantillons de yaourt.



**Figure14** : Les échantillons et solutions préparés pour l'analyse microbiologique (**original**)



#### **4-Analyse sensorielle**

L'analyse sensorielle ou métrologie sensorielle représente l'ensemble des méthodes, des outils et des instruments qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les caractéristiques faisant intervenir les organes des sens de l'être humain : le goût, l'odorat, la vue, le toucher et l'ouïe. Elle permet de décrire et de quantifier de manière systématique l'ensemble des perceptions humaines. **(Jean-François,2003).**

L'évaluation sensorielle d'un produit permet, soit la mesure de ses caractéristiques sensorielles, soit la mesure du plaisir qu'il procure au consommateur. Ces deux approches sont souvent complémentaires, mais doivent être soigneusement distingués car les groupes de sujets interrogés sont différents. **(AFNOR,2000).**

Les caractéristiques sensorielles étudiées lors de l'évaluation sensorielle de produit incluent notamment : La couleur, L'acidité, consistance, le gout, L'odeur

Ces caractéristiques, constituent les premiers bénéfices ressentis par les utilisateurs d'un produit. En cosmétique et en dermopharmacie par exemple, elles contribuent au confort du patient et à l'adhérence thérapeutique. **(Lawless et Heymann, 2010)**

# **Résultats et discussion**

## 1-présentation des yaourts obtenus

Les différents yaourts obtenus après incubation possèdent les caractéristiques suivantes :

- La couleur varie du blanc, blanc grisâtre ou légèrement jaunâtre, et est uniforme sur toute la masse. La couleur peut varier en fonction de la teneur en matières grasses et des ingrédients ajoutés.
- La texture du yaourt est crémeuse et homogène, sans grumeaux ni séparation de phases. Sa surface est lisse, sans bulles d'air ni déformation.
- Le yaourt a une consistance ferme mais pas trop épaisse, permettant une bonne manipulation et une texture agréable dans la bouche.



**Figure15 : Différents yaourts obtenus après incubation (original)**

## 2- Les résultats d'analyses physico-chimiques

Ce tableau suivant représente les résultats des paramètres physico-chimiques obtenus pour différents types de yaourts aromatisés, mettant en valeur les variations d'acidité, d'extrait sec total et de teneur en matières grasses.

**Tableau11** : Les résultats des analyse physico-chimiques.

<b>Paramètres physico-chimiques</b>	<b>Quantité ajouté</b>	<b>E1 : Yaourt naturel (témoin)</b>	<b>E2 : Yaourt fraise avoine</b>	<b>E3 : Yaourt fraise lupin</b>	<b>E4 : Yaourt vanille Avoine</b>	<b>E5 : Yaourt vanille Lupin</b>	<b>E6 : yaourt mélange (lupin avoine)</b>	<b>Normes</b>
<b>Acidité (°D)</b>	0%(témoin) (0g/100g)	84.5	/	/	/	/	/	Entre 80-100°D (JORA, 2017)
	10% (10g/100g)	/	80	89.7	80	89.6	82.1	
	16% (16g/100g)	/	/	/	/	/	83.5	
	20% (20g/100g)	/	80.1	89.5	81.2	93.1	/	
<b>Extrait sec Total (g/kg)</b>	0%(témoin) (0g/100g)	472.2	/	/	/	/	/	/
	10% (10g/100g)	/	480.6	480.4	483.2	486.4	485.3	
	16% (16g/100g)	/	/	/	/	/	486.1	
	20% (20g/100g)	/	485.2	482.3	485.5	486.7	/	
<b>Matière grasse (g/l)</b>	0%(témoin) (0g/100g)	15.1	/	/	/	/	/	Entre 15 et 20 (JORA, 1998)
	10% (10g/100g)	/	15.3	15.4	15.5	15.3	15.6	
	16% (16g/100g)	/	/	/	/	/	15.5	
	20% (20g/100g)	/	15.4	15.3	15.4	15.3	/	

Le tableau représente les analyses physicochimiques (acidité, Extrait sec Total et Matière grasse) de 6 échantillons de yaourt aromatisé à base de farine d'avoine et lupin a différent concentration 10%, 16%, 20%. L'acidité variait entre 80 et 93,1, le degré le plus élevé enregistré pour E5 : Yaourt vanille Lupin.

L'extrait sec total obtenu des 6 échantillons, Les résultats sont des valeurs entre 480,4 et 486,7g/kg pour les échantillons. Comme Nous avons également constaté une légère différence de niveau de Matière grasse qui varient entre 15,3 et 15,6 g/l.

Selon les résultats d'analyse physico-chimique effectuer par **(Nazan, 2022)** lors de la production du yaourt aromatisé a base du lupin ; nos résultats sont largement supérieurs au niveau de l'acidité ; Ses résultats variaient entre 72et 78 °D, matière grasse entre 461.5 et 483.4g/kg et extrait sec 14.2 jusqu'à 15.3g/l.

## 2-1- Acidité

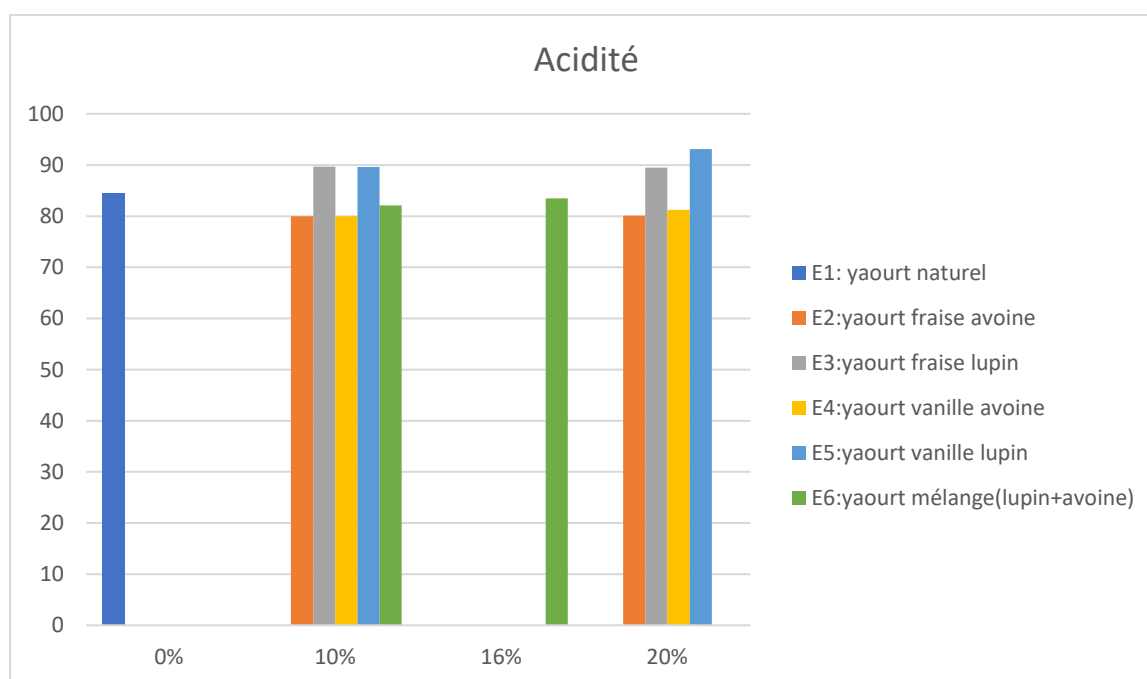
Le graph ci-dessous représente l'acidité de 6 échantillons de yaourt aromatisé à base de farine d'avoine et lupin à différentes concentrations 10%, 16%, 20%.

Le yaourt aromatisé à base d'avoine (E1, E4) a un degré d'acidité entre 80 D° et 81,2 D°, tandis que celle de yaourt aromatisé par lupin (E3, E5) se situe entre 89,7 D° et 93,1 D°. Et celle de yaourt aromatisé par le mélange (avoine + lupin) est entre 82,1 D° et 83,5 D°. On remarque que l'acidité des yaourts a base lupin est plus élevée que le témoin (E1 = 84,5 D°).

L'augmentation de l'acidité dans le yaourt aromatisé à base de lupin (E3, E5) est due au fait que le lupin est riche en sucres fermentescibles (y compris l'amidon), ce qui favorise la production d'acides (Hachana et al, 2017).

L'acidité du yaourt est principalement due à la production d'acide lactique par les bactéries lactiques utilisées comme ferments. Lors de la fermentation, ces bactéries transforment le lactose (sucre du lait) en acide lactique, ce qui fait baisser le pH du yaourt de 6,8 à environ 4,5. (Tamime, 2006)

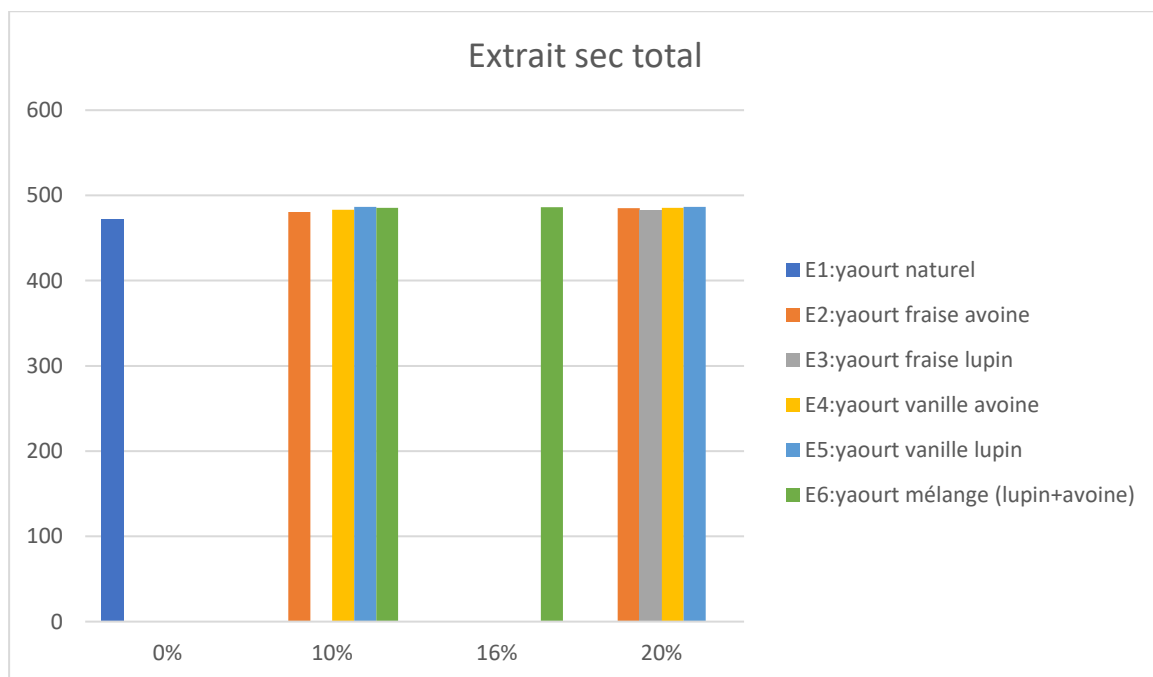
Nos résultats d'acidité sont strictement dans les normes établis par le journal officiel de la république algérienne. (JORA,2017).



**Figure16 :** Variation d'acidité des échantillons du yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin

## 2-2-Extrait sec total

L'histogramme ci-dessous représente l'extrait sec total obtenu des 6 échantillons du yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin. Les résultats sont des valeurs entre 480,4 et 486,7g/kg pour les échantillons E2, E3, E4, E5 et E6. Le taux d'extrait sec total des yaourts aromatisés à base d'avoine et lupin est nettement plus élevé que celle de témoin. Ceci est principalement dû à la composition des ingrédients utilisés (lupin et avoine) faisant augmenter son taux d'extrait sec. La qualité des ingrédients comme l'avoine et lupin, du fait de leur teneurs élevées en fibres, joue un rôle crucial dans l'augmentation d'extrait sec total en influençant la teneur en matières sèches (Hein, et al, 2018).



**Figure17** : Variation d'extrait sec total des échantillons du yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin.

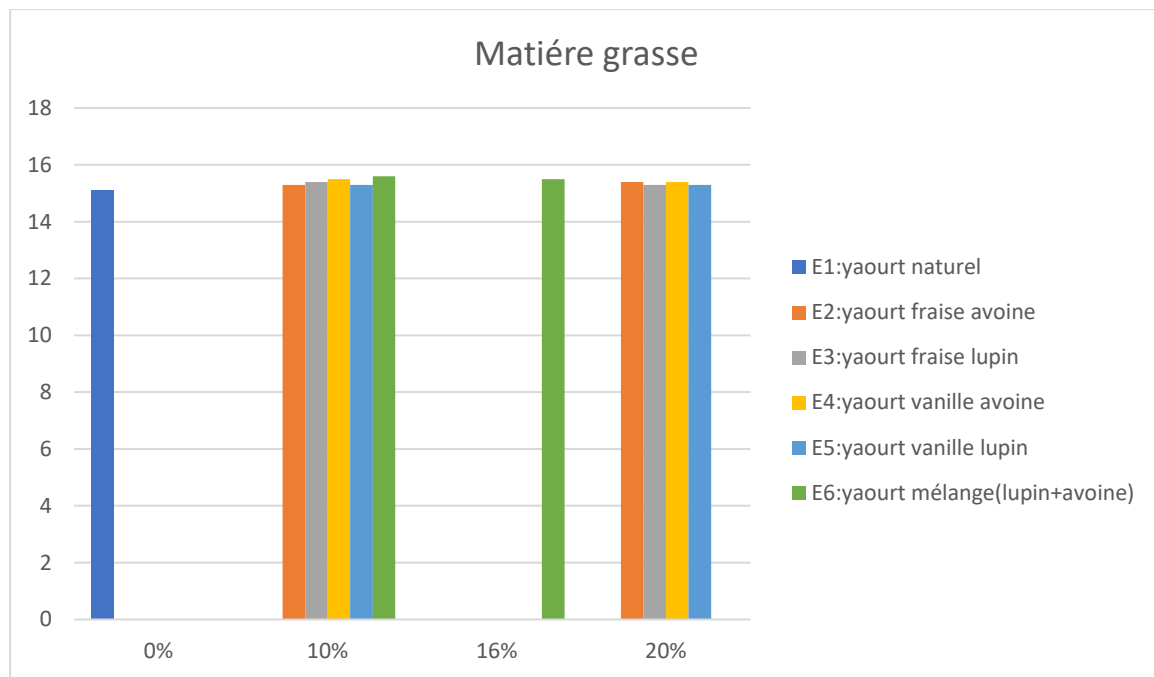
### 2-3-Matière grasse

L'histogramme ci-dessous représente les teneurs en matière grasse obtenues de 6 échantillons de yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin.

Les résultats obtenus montrent une légère différence de la teneur en matière grasse des échantillons, leur valeur varient entre 15,3 et 15,6 g/l. Ces valeurs sont bien intégrées dans l'intervalle des normes établies par le (JORA, 1998), qui varient entre 15 et 20g/l.

Ces valeurs obtenues pour le yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin sont similaires à celles du témoin. Cela est dû à la faible quantité de lipides apportées par les grains de lupin et d'avoine ne contribuant pas à augmenter la teneur en matière grasse du yaourt final.

En effet, le lupin est riche en matière grasse, mais son ajout en faible quantité n'est pas suffisant pour influencer significativement sur la teneur en matière grasse du yaourt (Kourdache et Ochicha, 2017).



**Figure 18 :** Variation de matière grasse des échantillons du yaourt aromatisé à base D'avoine et lupin.



### 3-Résultats d'analyse microbiologiques

Les analyses microbiologiques du yaourt aromatisé à base d'avoine et lupin effectuées ont révélé l'absence totale des staphylococcus, des entérobactéries, des levures et des moisissures. En effet, ces germes sont pour la plupart des germes d'altération dont certains sont pathogènes, et leur présence pourrait nuire à la qualité du yaourt et à la santé du consommateur. Ainsi, nos résultats obtenus prouvent les bonnes conditions d'hygiène au cours des étapes de préparation et conditionnement de ce yaourt, et qui concordent bien aux normes fixées par la réglementation du (JORA,1998).

**Tableau 12** : Résultats de recherche et dénombrement de staphylococcus, entérobactéries, des levures et des moisissures

Echantillons	Staphylocoques	Entérobactéries	Levures/ moisissures
E1 : Yaourt naturel (témoin)	00	00	00
E2 : Yaourt fraise avoine	00	00	00
E3 : Yaourt fraise lupin	00	00	00
E4 : Yaourt vanille Avoine	00	00	00
E5 : Yaourt vanille Lupin	00	00	00
E6 : yaourt mélange (lupin avoine)	00	00	00
Les normes (UFC/ml) (JORA, 1998)	Absence	Absence	Absence

#### 4- résultats d'analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est une technique qui permet d'évaluer de manière objective les propriétés organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les sensations qu'il procure aux cinq sens (vue, odorant, gout, toucher, ouïe). Son importance est grandissante dans de nombreux domaines comme l'agroalimentaire, la cosmétique, le textile, etc. (Lawless et Heyman, 2010).

Selon le schéma d'évaluation sensorielle en 5 points proposé par Bergel pour les produits laitiers fermentés, nous avons effectué l'évaluation organoleptique au niveau du gout (dont acidité), odeur, couleur et consistance.

**Tableau 13** : Moyennes des caractères organoleptiques des yaourts.

		Odeur	Gout	Acidité	Couleur	Consistance
<b>Yaourt nature</b>	/	4,6	4,3	4,7	4,8	5,0
<b>Yaourt vanille avoine</b>	10%	4,0	3,5	4,1	4,4	5,0
	20%	4,5	4,2	4,1	4,3	5,0
<b>Yaourt vanille lupin</b>	10%	4,2	4,5	4,5	4,1	5,0
	20%	4,2	4,9	4,3	4,1	5,0
<b>Yaourt fraise avoine</b>	10%	4,3	4,6	4,3	4,3	5,0
	20%	4,4	4,2	4,8	4,5	5,0
<b>Yaourt fraise lupin</b>	10%	4,0	3,8	4,2	4,2	5,0
	20%	4,5	4,2	4,4	4,4	5,0
<b>Yaourt Mélange fraise</b>	10%	4,7	4,1	4,6	4,8	5,0
	16%	4,6	4,1	4,3	4,5	5,0
<b>Yaourt mélange vanille</b>	10%	4,2	4,6	4,5	4,6	5,0
	16%	4,3	4,5	4,4	4,2	5,0

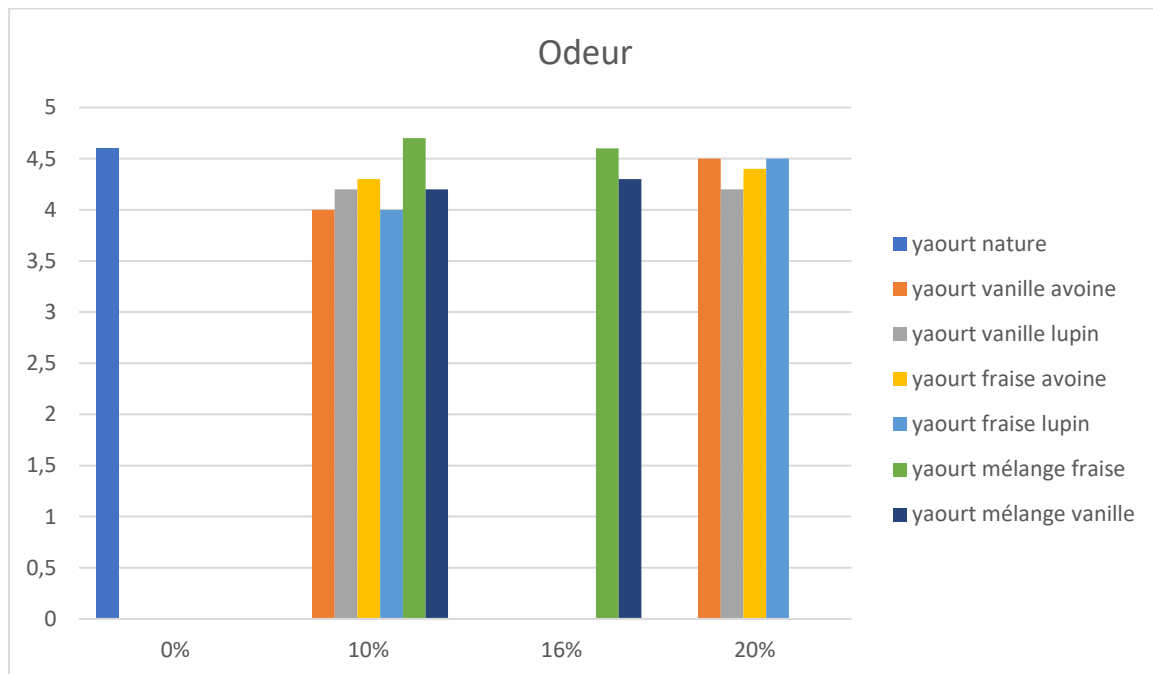
En comparant nos résultats à ceux obtenus par (Behache et al., 2022) portant sur l'étude d'évaluation des propriétés physicochimiques et sensorielles d'un yaourt étuvé et brassé, nous avons trouvé peu de différences au niveau de l'acidité pour laquelle leur valeur sont peu inférieures ; par contre, les valeurs de la couleur, et de l'odeur sont supérieures à ceux de notre produit. Cependant, les valeurs de la consistance sont similaires.

#### 4-1-Odeur :

L'odeur est un critère essentiel dans la sélection d'un yaourt par les consommateurs. L'odeur permet d'évaluer la fraîcheur du yaourt. Une odeur fraîche et agréable est un signe de qualité et de fraîcheur de produit.

Les résultats montrent que les goûteurs préfèrent le yaourt de mélange (avoine + lupin à 10%). En général, les goûteurs diffèrent quant à la qualité d'odeurs des yaourts aromatisés.

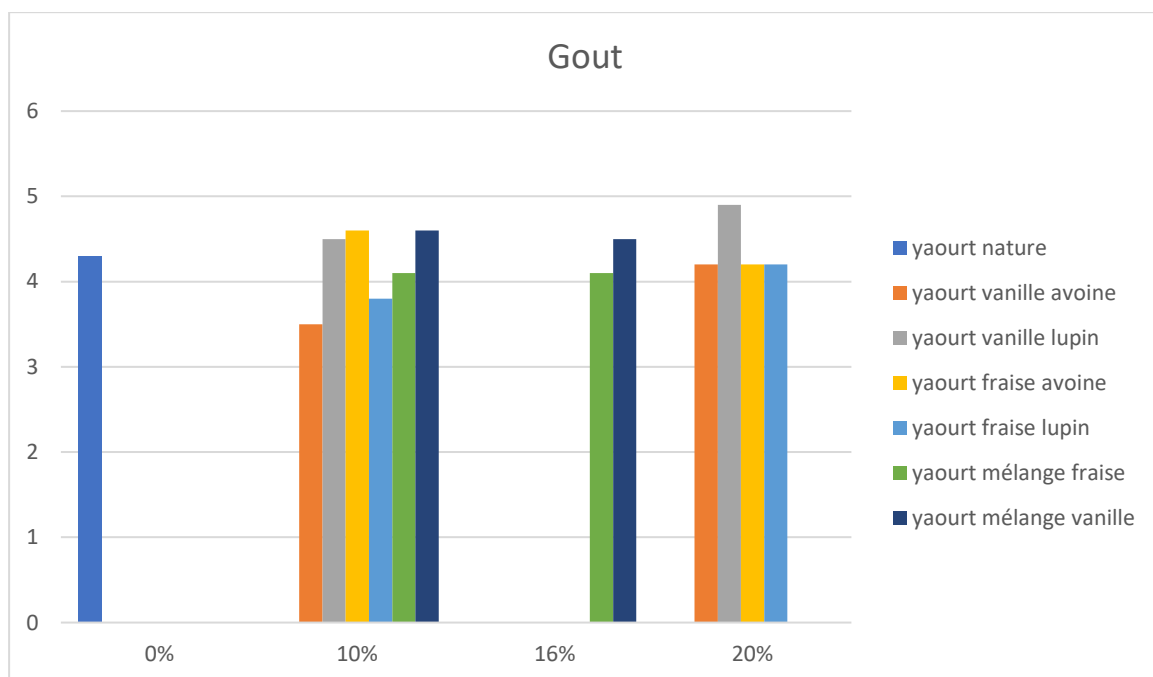
Il faut noter que l'avoine et le lupin, étant des céréales, leurs farines ne possèdent presque pas d'odeur propre, ce qui n'influence pas grandement sur l'odeur générale du yaourt final. Ainsi, le yaourt garde toute l'odeur et la saveur de l'arôme fruité initial utilisé.



**Figure 19 :** Variation d'odeur des yaourts aromatisés à base d'avoine et de lupin

#### 4-2-Gout sucré :

Les résultats indiquent que les gouteurs préfèrent le yaourt préparé au goût vanille-lupin à concentration de 20% et 10%, respectivement, ainsi que le yaourt mélange (avoine + lupin) - vanille et celui au goût fraise-avoine à la concentration 10% qui étaient en deuxième position en termes d'appréciation par les gouteurs. Cependant, pour les yaourts, aux goûts fraise-lupin, mélange (avoine + lupin) -fraise et vanille-avoine, ils possèdent un goût équilibré, ni peu, ni trop sucré. On conclut que le composant de vanille et l'avoine a donné le goût sucré le plus apprécié parmi les gouteurs.



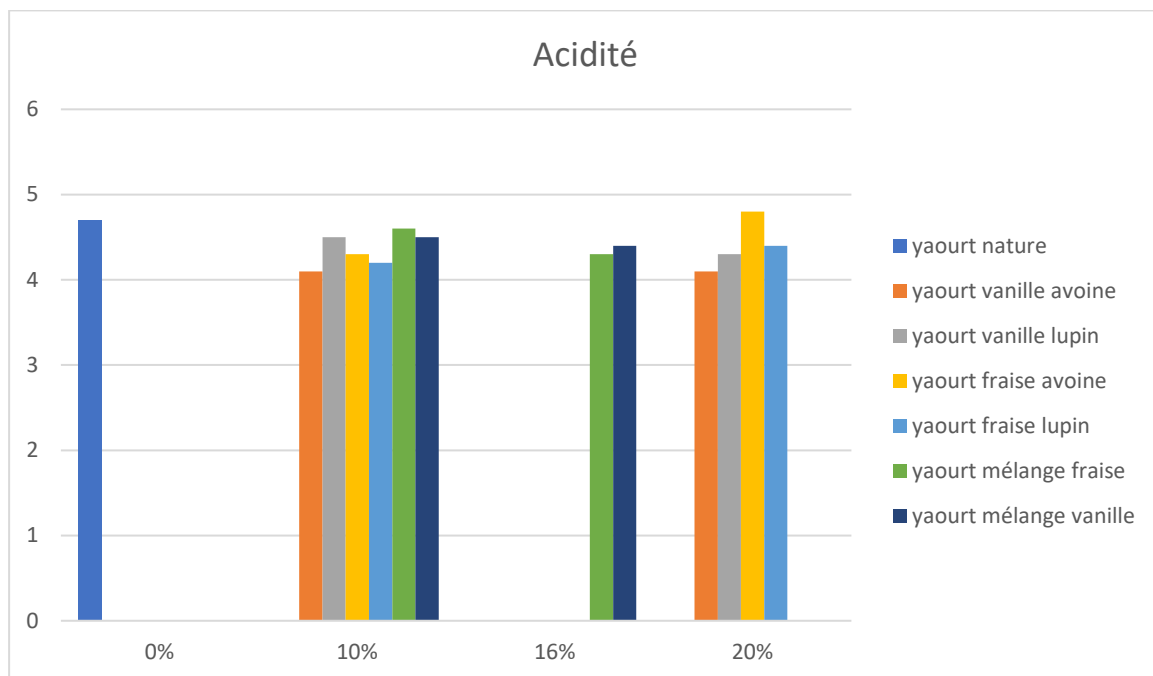
**Figure 20 :** Variation de gout des yaourts aromatisé à base d'avoine et de lupin

#### 4-3-Gout acide :

Les résultats montrent que le yaourt nature et le yaourt fraise-avoine à concentration de 20% sont les plus acceptables par les goûteurs. Cela est principalement due la production légère d'acide lactique par les bactéries lactiques pendant la fermentation du lactose. (Lannabi et Sal, 2015).

Nous remarquons que contrairement à l'odeur, les farines de céréales possèdent un gout neutre, légèrement sucré qui, une fois rajouté à un yaourt, le rend plus appréciable et moins acide.

D'une façon générale, l'ajout d'arômes et de farine de céréales rend le goût du yaourt plus agréable, en masquant la perception d'acidité (Bellarbi, 2019).

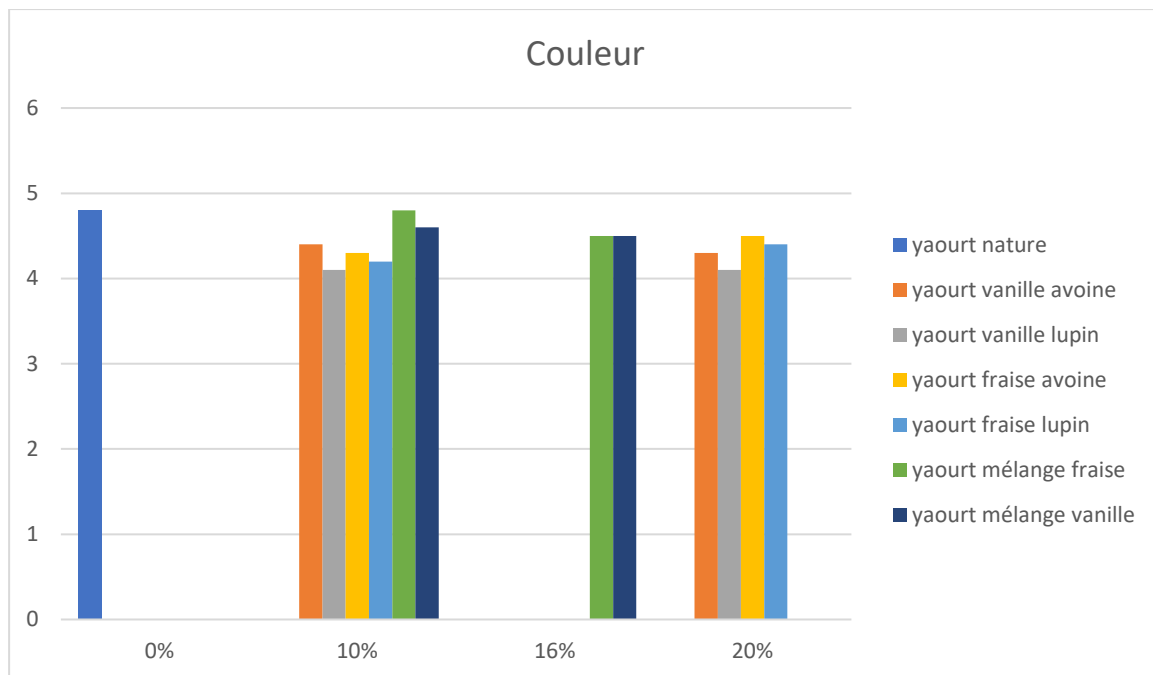


**Figure 21 :** variation de gout acide des yaourts aromatisé à base d'avoine et lupin.

#### 4-4-Couleur :

Les goûteurs trouvent la couleur du yaourt nature (couleur blanche) et du mélange (avoine + lupin) plus attirante et appétissante, cette dernière étant un jaune clair. En effet, les yaourts additionnés de farines d'avoine et de lupin séparément possèdent une couleur grisâtre et jaune-orangé, respectivement.

Cette couleur appréciable du yaourt au mélange (avoine+ lupin), additionnée à un goût fruité et une odeur fraîche, augmente le taux d'acceptation par les goûteurs.

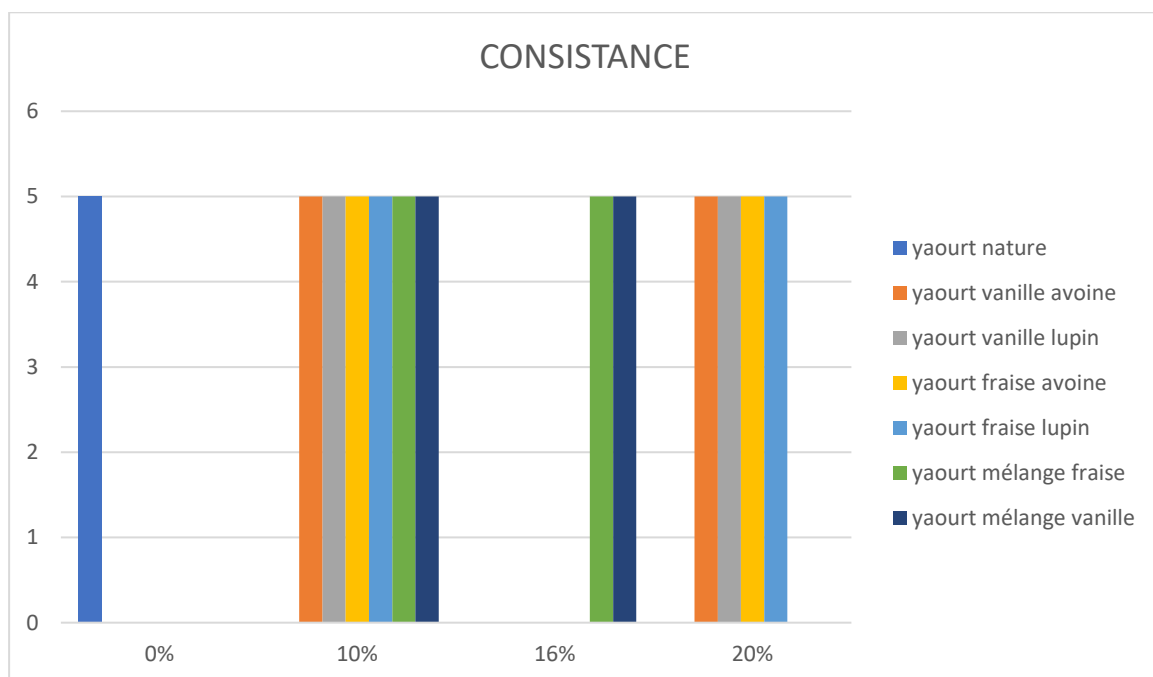


**Figure 22 :** Variation du couleur des yaourts aromatisé à base d'avoine et lupin.

#### 4-5- Consistance :

D'après les résultats d'analyses sensorielle, les goûteurs ont trouvé une similarité entre le yaourt nature et les yaourts aromatisés et additionnés de farines d'avoine et de lupin, qui montrent une consistance agréable et ferme.

Les études n'ont pas relevé d'impact direct ou négatif de l'ajout d'avoine ou de lupin sur la consistance (Naas, et Bouhlala, 2021). L'utilisation d'un lait de bonne qualité est un facteur important dans la production d'un yaourt, et joue un rôle crucial pour l'obtention d'une bonne consistance de ce dernier (Said et Akil, 2021).



**Figure 23 :** Variation de la consistance des yaourts aromatisé à base d'avoine et lupin.

# Conclusion



Au terme de ce travail, portant sur l'élaboration d'un yaourt aromatisé, additionné de farines d'avoine et de lupin, ainsi que la détermination de leurs caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles, effectué au niveau du laboratoire du groupe industriel laitier : Giplait – Tlemcen, nous pouvons conclure que :

Les produits obtenus sont de consistance ferme, crémeuse, et homogène avec une surface lisse caractéristique d'un bon yaourt. La couleur varie du grisâtre au jaunâtre selon la composition en farine d'avoine et/ou de lupin.

Le yaourt additionné de farine de lupin a révélé une acidité plus élevée par rapport aux autres échantillons ; tandis que tous les produits ont présenté des taux d'extrait sec augmenté du fait de la richesse des ingrédients (farines) en fibres. La quantité de matière grasse était relativement faible, ceci du fait de la faible quantité de farine de céréales rajoutée n'influençant pas sur la teneur en matière grasse du yaourt.

Du point de vue microbiologique, nous avons constaté l'absence totale des bactéries et champignons recherchés, ce qui traduit les bonnes conditions d'hygiène lors de la préparation du produit.

Quant aux résultats issus de l'analyse sensorielle, ceux-ci montrent que le yaourt additionné du mélange des farines d'avoine et de lupin à concentration de 10% a suscité le plus d'intérêt par les goûteurs. Ceci est dû, d'une part, au fait que le lupin et l'avoine sont très bénéfiques grâce à leur utilisation nutritionnelle et pharmaceutique, en étant riches en fibres, favorisant le transit intestinal et facilitant la digestion, et sont généreusement pourvus en minéraux et vitamines comme le sodium, le cuivre, le magnésium, le fer, le calcium, les vitamines A, B et C ; et d'autre part, aux propriétés organoleptiques telles que l'odeur fraîche du yaourt, additionnée à une saveur fruitée et sa couleur jeune clair, le rendant plus appétissant.

En fin, il serait intéressant de tester d'autres formulations de ce type de yaourt, en utilisant des sources de sucre et d'arômes plus naturelles en remplacement aux édulcorants et aux arômes artificiels potentiellement dangereux pour la santé. Il serait aussi souhaitable d'essayer d'autres céréales ou autres types de grains afin d'apporter le plus de vertus au yaourt qui est considéré comme un véritable aliment fonctionnel bénéfique pour la santé des consommateurs.

# ANNEXES

**Tableau 14** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt fraise avoine.

Fraise avoine	Gouteurs	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	Moyenne	Ecart type
Odeur	Échantillon E 10%	5	5	3	4	3	5	4	5	5	4	4,3	0,8232726
	E 20%	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4,4	0,51639778
Gout	E 10%	5	5	4	5	3	5	5	5	5	4	4,6	0,6992059
	E 20%	4	5	3	4	5	4	5	4	4	4	4,2	0,63245553
Acidité	E 10%	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4,3	0,48304589
	E 20%	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4,8	0,42163702
Consistance	E 10%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
	E 20%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
Couleur	E 10%	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4,3	0,48304589
	E 20%	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4,5	0,52704628

**Tableau 15** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt fraise lupin.

FRAISE LUPIN	Gouteurs Échantillon	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	Moyenne	Ecart type
Odeur	E 10%	5	4	3	4	3	5	4	4	5	3	4	0,81649658
	E 20%	5	4	5	5	3	5	5	4	5	4	4,5	0,70710678
Gout	E 10%	5	4	4	4	2	4	4	3	3	5	3,8	0,91893658
	E 20%	3	4	5	4	3	5	5	4	5	4	4,2	0,78881064
Acidité	E 10%	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4,2	0,42163702
	E 20%	5	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4,4	0,51639778
Consistance	E 10%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
	E 20%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
Couleur	E 10%	5	5	4	4	4	5	4	4	4	3	4,2	0,63245553
	E 20%	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4,4	0,51639778

**Tableau16** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt vanille avoine.

Vanille avoine	Gouteurs	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	N°	Moyenne	Ecart type
	Échantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Odeur	E 10%	5	4	4	2	4	4	4	5	4	4	4	0,81649 658
	E 20%	5	4	5	3	5	4	5	4	5	5	4,5	0,70710 678
Gout	E 10%	5	4	3	3	2	4	4	4	4	5	3,8	0,91893 658
	E 20%	4	5	4	3	4	5	5	4	4	4	4,2	0,63245 553
Acidité	E 10%	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4,1	0,31622 777
	E 20%	5	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4,1	0,56764 621
Consistance	E 10%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
	E 20%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
Couleur	E 10%	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4,4	0,51639 778
	E 20%	5	4	4	3	5	4	4	5	4	5	4,3	0,67494 856

**Tableau 17** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt vanille lupin.

Vanille lupin	Gouteurs	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	Moyenne	Ecart type
	Échantillon												
Odeur	E 10%	5	4	3	5	4	3	4	5	4	5	4,2	0,78881064
	E 20%	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4,2	0,42163702
Gout	E 10%	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4,5	0,52704628
	E 20%	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4,9	0,31622777
Acidité	E 10%	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4,5	0,52704628
	E 20%	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4,3	0,48304589
Consistance	E 10%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
	E 20%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
Couleur	E 10%	4	4	5	4	5	3	4	4	4	4	4,1	0,56764621
	E 20%	5	4	5	5	4	4	4	3	4	3	4,1	0,73786479

**Tableau 18** : les résultats d'évaluation sensorielle pour le yaourt vanille mélange lupin avoine.

Vanille (avoine+ Lupin)	Gouteurs	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10	Moyenne	Ecart type
	Échantillon												
Odeur	E 10%	4	4	5	4	3	4	4	5	5	4	4,2	0,63245 553
	E 16%	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4,3	0,48304 589
Gout	E 10%	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4,6	0,51639 778
	E 16%	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4,5	0,52704 628
Acidité	E 10%	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4,5	0,52704 628
	E 16%	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4,4	0,51639 778
Consistance	E 10%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
	E 16%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
Couleur	E 10%	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4,6	0,51639 778
	E 16%	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4,2	0,42163 702

# **Reference bibliographiques**



## A

**Ait Said Lydia et Akil Lydia, 2021** Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master Formulation de yaourt aux Bifidobactéries et flocons d'avoine.

**Allen Kuslovic, 2021.** microbiote humain

**Amaya-Llano, S. L., Martínez-Alegría, A. L., Zazueta-Morales, J. J., & MartínezBustos, F. 2008.** Acid thinned jicama and maize starches as fat substitute in stirred yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 41(7), 1274–1281.

**Austin J Nutri Food Sci. 2016;** 4(2): 1082

## B

**Bahache Ayoub, Attoui Mourad, Barkat Ahmed, 2022** Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du Diplôme de Master ; Evaluation des propriétés physico-chimiques et sensorielles du yaourt étuvé et brassé fabriqués à la laiterie HODNA de M'sila.

**Baker, M. 1993.** Yogurt Magic and Other Recipes. Oregon State University Extension.

**Batmanglij N. 2007,** A Taste of Persia: An Introduction to Persian Cooking. Washington, DC: Mage Publishers.

**Baumann LS Less-known botanical cosmeceuticals 2007** · *Dermatol Therapy*, 20(5):330-342 (Dimberg et al 1992; Carder et al 2013).

**bayneh, S. 2020.** Review on Set Yogurt Production Process. *yogurt production*, 8-18.

**Bechri Latifa, Bouzarari Meriem, 2014** Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du Diplôme de Master Option : Microbiologie Alimentaire et Santé, contribution au suivi de la stabilité du yaourt brassé aromatisé « Créamix » produit par la laiterie Danone Djurdjura Algérie

**Belén García-Gómez, M. L.-O.-F.-R. 2020.** Emir. J. Food Agric • Vol 32 • Issue 10 •

**Bellarbi Yacine, 2019** Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master en science de la nature et de la vie, influence de solution de nettoyage l'acide et la soude sur la qualité physicochimiques, microbiologique et organoleptique d'un produit ferme.

**Bodot V, Soustre Y, Reverend B. 2013.** Best of 2013: Yogurt Special. French National Dairy Council (CNIEL): Scientific and Technical Affairs Division;

**Bogdan Wolko, Jon C. Clements, Barbara Naganowska, Matthew N. Nelson et Hua'an Yang, 2011** « Chapitre 9 - Lupinus », dans Chittaranjan Kole (ed.), *Wild crop relatives: Genomic and breeding resources: Legume crops and forages*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 321p

**Boumella Hocine, 2020,** Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biochimie, Les avenanthramides de l'avoine (*Avena sativa*) avant et après germination de la graine

**Bourlioux Pierre, Véronique Braesco, Denis D.G. Mater, 2011.** Yoghurts and other fermented milks

**Brereton. P, S. Hasnip, A. Bertrand, R. Wittkowski, C. Guillou, 2003,** Analytical methods for the determination of spirit drinks, *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 22, No. 1, 19-25,

**Brothwell D, Brothwell P. 1997** Food in antiquity: a survey of the diet of early peoples. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

## C

**Catherine Béal, Sandra Helinck, 2019.** Fabrication des yaourts et des laits fermentés,

**Catherine Béal, Sandra Helinck.2019,** Fabrication des yaourts et des laits fermentés.

**Chabane Mohamed, Jean-Marc Boussard. 2012** La production céréalière en Algérie : Des réalités d'aujourd'hui aux perspectives stratégiques de demain.

**Costell E, Pastor MV, Izquierdo L & Duran L (2000)** Relationships between 502 acceptability and sensory attributes of peach nectars using internal preference 503 mapping. European Food Research and Technology, 211, 199-204.

**Corrieu Georges, L. F.-M. 2008.** *Bactéries lactiques*. Lavoisier.

## D

**Dan T, Hu H, Tian J, He B, Tai J, He Y. 2023** Influence of Different Ratios of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* on Fermentation Characteristics of Yogurt. Molecules. Feb 24 ;28(5) :2123

**Daniel Heine 1, Michael Rauch 1, Hans Ramseier 1, Susanne Müller 2, Alexandra Schmid 3, Katrin Kopf-Bolanz 1 et Elisabeth Eugster 1, 2018,** Des protéines végétales pour remplacer la viande : une analyse pour la Suisse.

**Diedonne Judon. Patrick awono bitunde2014** Contribution à la mise en place du laboratoire de contrôle qualité du GIC Jgeprol

**Divyang M. Prajapati, Nehul. M. Shrigod, Ravi.J. PrajaPti and Parth.D. pandit 2016.** Textural and Rheological Properties of Yoghurt: A Review. *Textural and Rheological Properties of Yoghurt*.

**Drouin-Chartier JP, Li Y, Ardisson Korat AV, et al,2019.** Changes in dairy product consumption and risk of type 2 diabetes: results from 3 large prospective cohorts of US men and women. Am J Clin Nutr

## E

**Emilie Delavenne. 2012.** Propriétés antifongiques de bactéries lactiques isolées de laits crus. Microbiologie et Parasitologie. Université de Bretagne occidentale - Brest, Français.

Exopolysaccharide Producing Lactic Acid Bacteria. Improvement of the Texture of Yogurt by

## F

**FAO STAT (2015).** La production d'avoine en Algérie

**FAO.2012.** The state of food and agriculture. food and agriculture organization of the United Nations Rome.

**Favier J. C, 1 février 1991,** COMPOSITION DU YAOURT

**Francoise Rul. 2017** Yogurt: microbiology, organoleptic properties and probiotic potential. Fermented Foods, Part II: Technological Interventions, CRC Press, 525 p., Food Biology Series,

## G

**Gerald W. Tannock, 2005** Probiotics and Prebiotics: Scientific Aspects [archive], Horizon Scientific Press, p. 43

## H

**Hachana Y. 1, R. Rejeb, N. Chiboub, I.A. Zneidi, 2017**, Variation factors of yoghurt quality during the manufacturing Process.

**Hao, Pei; Zheng, Huajun; Yu, Yao; Ding, Guohui; Gu, Wenyi; Chen, Shuting; Yu, Zhonghao; Ren, Shuangxi; Oda, Munehiro; Konno, Tomonobu; Wang, Shengyue Ahmed, Niyaz (ed.). (2011-01-17).** "Complete Sequencing and Pan-Genomic Analysis of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* Reveal Its Genetic Basis for Industrial Yogurt Production"

**Helal A, Pierri S, Tagliazucchi D, Solieri L 2023** Effect of Fermentation with *Streptococcus thermophilus* Strains on In Vitro Gastro-Intestinal Digestion of Whey Protein Concentrates. Microorganisms.

**Hill D., Congo F. et Dao V.T. (2017).** Numerical Reproducibility for Parallel Stochastic Simulation "Exascale Ready". Super Computing.

## I

**Ichimura T, Kusaka M, Nakamura T. 2023** Aug the effect of high-temperature heat treatment and homogenization on the microstructure of set yogurt curd networks. J Dairy Res. ;90(3) :306-311

**Int.J. Curr.Microbiol. App.Sci 2019** 8(10): 179-186

## J

**Jacques André, 2010**, *Les noms des plantes dans la Rome antique*, Les Belles Lettres, 336 p., p. 148.

**Jean-François Bassereau, juillet 2003**, L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception : ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages.

**Jean-Michel Lecerf, 2020**, Particularités et bienfaits des yaourts. Médecine des Maladies Métaboliques, 14, pp.699 - 705.

**Journal officiel de la république Algérienne n 39**, 2 juillet 2017

**Journal officiel de la république Algérienne n° 86**, 18 novembre 1998

## K

**Kaaki D, Kebbe-Baghdadi O, Najm NEO, Olabi A. 2012.** Preference mapping of commercial Labneh (strained yogurt) products in the Lebanese market. *J. Dairy Sci.*; 95:521–532

**Karam, Gaiani, Hosri, Burgain et Scher, 2013; Sodini, Remeuf, Haddad et Corrieu, 2004.**

**Kirsten Pilegaard et Jørn Gry, Alkaloids in edible lupin seeds 2008-** A toxicological review and recommendations, Copenhagen, TemaNord - Nordic Council of Ministers, , 71

**Korkmaz, IO, Bilici, C, and Korkmaz, S. 2021** Sensory, pH, syneresis, water-holding capacity, and microbiological changes in homemade yogurt prepared with maca (*Lepidium meyenii*) powder and propolis extract. *Int J Gastronomy Food Sci.*

**Kourdache Youba, Ouchiha Oussama, 2017,** Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Agronomie, Formulation d'un yaourt à base de la poudre de pelure de la betterave rouge.

**Küçükçetin, 2008.** Sonication induced particle formation in yogurt: Influence of the dry matter content on the physical properties.

## L

**Lannabi Imen, Sal Abderraouf, 2015** Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master 2 en Microbiologie générale, Analyse microbiologique d'un produit laitier (Yaourt) ; enquête alimentaire.

**Lawless, H.T. et Heymann, H., 2010** Sensory evaluation of food, New York,

**Lopez K. L. (2008).** Détermination du rôle de certaines peptidases bactériennes par inférence à partir de données hétérogènes et incomplètes. Thèse doctorat Agro Pari Tech

## M

**Marco, M.L., April 2017 et al.** Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology.* Volume 44, pp 94–102.)

**Mazahreh, A. S., & Ershidat, O. T. 2009.** The Benefits of Lactic Acid Bacteria in Yogurt

**Mckinley, M. C. 2005.** The nutrition and health benefits of yoghurt. *International journal of dairy technology*, 58(1), 1-12.

microbial transglutaminase. *Emir. J. Food Agric* • Vol 32 • Issue 10 • 2020 739 Effect of the milk heat treatment on properties of low-fat yogurt manufactured with microbial

**Monica Moschioni, 2010** « Adhesion determinants of the *Streptococcus* species », *Microbial Biotechnology*, vol. 3, n° 4, p. 370–388

**Moreno Aznar LA, Cervera Ral P, Ortega Anta RM, et al. 2013** [Scientific evidence about the role of yogurt and other fermented milks in the healthy diet for the Spanish population (Spanish)]. *Nutr Hosp.* ;28 :2039–2089.

**Mounia Gherbi 2013** étude de l'influence d'amidon modifié sur la stabilité et la qualité organoleptique de yaourt brassé, Project de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de MASTER académique en science de la nature et de la vie.

**Murphy, J.P. and Hoffman. 1992.** The origin, history, and production of oat

## N

**Naas Feriel Amina et Bouhlala Marwa Asmaa, 2021** Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master, Contrôle de la conformité bactériologique du yaourt commercialisé et pouvoir conservateur du sirop de datte « Rob » sur les bactéries lactiques.

**Nagaoka S. 2019** Yogurt Production Methods Mol Biol.; :45-54

**Nazan Kavas,2022** yogurt-like from lupine (*Lupinus albus L.*) milk as an alternative to dairy products.

**Norme AFNOR XP V 09-500 – Août 2000.** « Directives générales pour la réalisation d'épreuves hédoniques en laboratoire d'évaluation sensorielle ou en salle de conditions contrôlées impliquant des consommateurs » -

## O

**Olivier Harle. 2020** Identification des interactions positives entre bactéries lactiques en fermentation de jus de soja. Biochimie, Biologie Moléculaire. Agrocampus Ouest, on the Gastrointestinal Function and Health. Pakistan Journal of Nutrition 8 (9): 1404-1410.

## P, Q

**Paudel, S., Cobb, A.B., Boughton, E.H., Spiegall, S., Boughton, R.K., Silveira, M.L., Swain, H.M., Reuter, R., Goodman, L.E., Steiner, J.L., 2021.** A framework for sustainable management of ecosystem services and disservices in perennial grassland agroecosystems. Ecosphere 12, e03837.

**Pei, R.; Martin, D.A.; DiMarco, D.M.; Bolling, B.W. 2017** Evidence for the effects of yogurt on gut health and obesity. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57, 1569–1583.

**Pereira, Corriente, Federico, Christophe and Vicente, Ángeles,2022.** Volume 5 Les toponymes et les anthroponymes d'origine arabe dans la Péninsule Ibérique, Berlin, Boston : De Gruyter.

**Qayyum. S, Rafiq, I. Hayat, M. Fahad, H. Tariq, M. Waqas, & S. Hussain, Trans. (2022).** Nutritional Importance of Stirred Yogurt. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 1(1), 27-35.

## R

**Rashwan, AK, Karim, N, Xu, Y, Cui, H, Fang, J, Cheng, K, et al. 2022** Chemical composition, quality attributes and antioxidant activity of stirred-type yogurt enriched with Melastoma dodecandrum Lour fruit powder. Food Funct.

## S

**Saint-Eve A, Lévy C, Le Moigne M, Ducruet V, Souchon I. 2008** Quality changes in yogurt during storage in different packaging materials. Food Chem. Sep 15 ;110(2) :285-93

**Santiago S, Sayón-Orea C, Babio N, et al, 2016.** Yogurt consumption and abdominal obesity reversion in the PREDIMED study. Nutr Metab Cardiovasc Diseases

**Santos, RA, Rodrigues, RL, de Lima, MBD, Nascimento, EB, Carvalho, AMB, Gadelha, CAA, et al. 2022** Influence of aqueous yam extract and goat milk casein powder on the characteristics of goat Greek-style yogurt. Int J Gastronomy Food Sci.

**Shuliy Machinery Co., L. 2019.** *Shuliy Machinery Co., Ltd.* Recoopere sur Shuliy

**Sieuwerts, S; Molenaar, D.; Van Hijum, S. A. F. T.; Beerthuyzen, M.; Stevens, M. J. A.; Janssen, P. W. M.; Ingham, C. J.; De Bok, F. A. M.; De Vos, W. M.; Van Hylckama Vlieg, J. E. T. 2010.** "Mixed-Culture Transcriptome Analysis Reveals the Molecular Basis of Mixed-

Culture Growth in *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*". *Applied and Environmental Microbiology*. 76 (23): 7775–778

**Singh Sudheer K., Ahmed Syed U. and Ashok P. 2006** *Yogurt science and technology*. 2nd Ed. Cambridge: woodhead publishing.

**Sözeri Atik D, Öztürk Hİ, Akın N. 2024** Apr Perspectives on the yogurt rheology. *Int J Biol Macromol.*;263

#### T

**Tamime et Society of Dairy Technology A. Y.,2006**, *Fermented milks*, Oxford; Ames, Iowa, Blackwell Science

Transglutaminase, 739-749.

Use of Exopolysaccharide Producing Lactic Acid Bacteria, 2-5.

#### V

**Vahedi et al, 2008**. Process Optimization of Fruit Yoghurt by using Kamalapur Red Banana (GI Tag No: 133-2009)

#### X

**Xue Han, Z. Y. (2016, May 15)**. Improvement of the Texture of Yogurt by Use of

#### Z

**Zhengyuan Zhai, Jiaojiao Wang, Beijing Advanced Innovation Center for Food Nutrition and Human Health, 2022** College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, PR China

**Zourari, Jp Accolas, Mj Desmazeaud. A. 1992** Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria. A review. *Le Lait*, 72 (1), pp.1-34.

## Références des sites web :

- Academie du gout. (2024). Récupéré sur academie du gout : <https://www.academiedugout.fr/>
- Alamyimages. (2024). Récupéré sur <https://www.alamyimages.fr/>
- Dreamstime. (2024). Récupéré sur <https://fr.dreamstime.com/>
- Gardenersworld. (2024). Récupéré sur <https://www.gardenersworld.com/>
- Gerble. (2016, avril). Récupéré sur <https://www.gerble.fr/>
- Giplait (2015) Récupéré sur <https://www.giplait.dz/spip.php?article12>
- La rascience. (2020). Récupéré sur [https://www.therascience.com/fr\\_fr/nos-actifs/souches-de-microbiote/streptococcus-thermophilus-sp4](https://www.therascience.com/fr_fr/nos-actifs/souches-de-microbiote/streptococcus-thermophilus-sp4)
- Machinery Co Récupéré sur <https://yogurt-machine.com/packaging-methods-of-yogurt-5-tips/>
- Melardi MG. (2013) "Avena". (<http://www.lapelle.it/alimentazione/avena.htm>)
- Payetablouse. (2024). Récupéré sur <https://payetablouse.fr/>
- Primeal. (2023). Récupéré sur <https://www.primeal.bio/fr>
- Santé magazine. (2016). Récupéré sur santé magazine : <https://www.santemagazine.fr/>
- Sciencephoto Récupéré sur <https://www.sciencephoto.com/media/938119/view>
- Semencemag. (2012, avril). Récupéré <https://www.semencemag.fr/alimentation.html>
- Terresinovia. (2024). Récupéré sur <https://www.terresinovia.fr/>
- Wikipedia, 2024 Récupérer sur [https://fr.wikipedia.org/wiki/Avoine\\_cultiv%C3%A9e](https://fr.wikipedia.org/wiki/Avoine_cultiv%C3%A9e)
- Wikipedia. (2023). Récupéré sur <https://fr.wikipedia.org/wiki/Lupin>

## ملخص

يتكون العمل الحالي من تحضير زبادي منكه بإضافة دقيق الشوفان والترمس بتركيزات 0%، 10%، 16% و20%، وذلك بهدف الحصول على زبادي ذو نوعية جيدة وفائدة غذائية. استخدمنا حليباً منزوع الدسم جزئياً، مضافاً بسلاطات بكتيريا حمض اللاكتيك. لاختبار وتقييم جودة المنتجات المتحصل عليها وسلامتها على صحة المستهلكين، قمنا بتحليل بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية (الحموضة، الدهون، المستخلص الجاف)، التحليل الميكروبيولوجي (عدد المكورات العنقودية، البكتيريا المعوية، الخمائر والعفن). والتحليل الحسي في مختبر مجمع "جيبلي" (أبو تاشفين – تلمسان). يتميز المنتج الذي تم الحصول عليه بخصائص الزبادي عالي الجودة، مع قوام صلب، ونكهة خاصة، يختلف قليلاً بطعم الدقيق المضاف، وكذا بخصائص فيزيائية وكيميائية متوافقة مع معايير التصنيع. وتشير النتائج الميكروبيولوجية أيضاً إلى الغياب التام للجراثيم المدروسة، مما يعني السلامة التامة للمنتج؛ بالإضافة إلى المزايا الغذائية للشوفان والترمس، مما يعطي زبادي مفيد جداً لصحة المستهلك.

**الكلمات المفتاحية:** الزبادي المنكه، الشوفان، الترمس، التحليل الحسي، التحليلات الفيزيائية والكيميائية، التحليل الميكروبيولوجية

## Résumé

Le présent travail consiste à préparer un yaourt aromatisé, additionné de farine d'avoine et de lupin à des concentrations de 0%, 10%, 16% et 20%, dans le but d'obtenir un yaourt de bonne qualité et d'intérêt nutritionnel. Nous avons utilisé du lait partiellement écrémé,ensemencé par des souches de bactéries lactiques.

Pour tester et évaluer la qualité des produits obtenus et leur sécurité sur la santé des consommateurs, nous avons effectué l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques (acidité, matière grasse, extrait sec), une analyse microbiologique (dénombrement des staphylocoques, des entérobactéries, des levures et moisissures) et une analyse sensorielle, au niveau du laboratoire du groupe Giplait (Abou Tachfine – Tlemcen).

Le produit obtenu présente les caractéristiques d'un yaourt de bonne qualité, avec une consistance solide, un goût aromatisé, légèrement nuancé par celui de la farine ajoutée, et des caractéristiques physico-chimiques conformes aux normes de fabrication. Les résultats microbiologiques indiquent l'absence totale des germes étudiés, ce qui signifie sa parfaite innocuité ; ajoutés aux vertus nutritionnelles de l'avoine et du lupin, donnant ainsi un yaourt très bénéfique pour la santé du consommateur.

**Mot clé :** Yaourt aromatisé, Avoine, Lupin, Analyse sensorielle, Analyses physico-chimiques, Analyse microbiologique.

## Abstract

This work consists in preparing a flavored yogurt, added with oat and lupin flours at concentrations of 0%, 10%, 16% and 20%, in order to obtain a yogurt of good quality and nutritional interest. We used partially skimmed milk, inoculated with strains of lactic bacteria. To test and evaluate the quality of the products obtained and their safety on the health of consumers, we carried out the analysis of some physicochemical parameters (acidity, fat, dry extract), a microbiological analysis (counting of staphylococci, enterobacteria, yeasts and molds) and a sensory analysis, at the laboratory of the Giplait group (Abou Tachfine - Tlemcen). The product obtained has the characteristics of a good quality yogurt, with a solid consistency, a flavored taste, slightly nuanced by that of the added flour, and physicochemical characteristics in accordance with manufacturing standards. The microbiological results indicate the total absence of the germs studied, which means its perfect safety; added to the nutritional virtues of **oats and lupin**, thus giving a yogurt very beneficial for the consumer health.

**Keywords:** Flavored yogurt, Oat, Lupin, Sensory analysis, Physicochemical analyses, Microbiological analysis.