

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Béjaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Alimentaires**  
**Filière : Sciences Alimentaires**  
**Spécialité : Sciences Alimentaires**  
**Option : Production et Transformation Laitière**



**Réf :.....**

**Mémoire de Fin de Cycle**  
**En vue de l'obtention du diplôme**

**MASTER**

***Thème***

**Elaboration d'un yaourt à base de  
flocons d'avoine**

Présenté par :

**KHERBOUCHE ROSA & TAMAGUOLT DALILA**

Soutenu le : **10 Septembre 2020**

Devant le jury composé de :

Mme MERZOUK H.

Melle TOUATI N.

Mme BERKATI S.

MCB

MAA

MAA

Président

Encadreur

Examineur

**Année universitaire : 2019 / 2020**

# REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères tout d'abord au DIEU le plus puissant de nous avoir donné le courage, la santé et toute la patience qui nous ont été utiles tout au long de notre parcours.

Un remerciement exceptionnel à nos parents et à toute notre famille pour leurs soutiens, et leurs encouragements.

Nos vifs remerciements s'adressent aussi à :

Notre encadreur Melle TOUATI.N pour son encadrement, sa patience, sa disponibilité, et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Le président du jury Mme MERZOUK. H et l'examinatrice du jury Mme BERKATIS, de nous avoir honoré d'évaluer ce modeste travail.

Monsieur OUDIHAT.W d'avoir accepté de réaliser ce travail au sein de son laboratoire, et Melle SOUHILA de nous avoir aidé et orienté.

Monsieur BENARAB.N de nous avoir accueilli dans son entreprise SARL Délice laiterie.

Aux personnels du laboratoire microbiologie et physico-chimique de la laiterie Ramdy pour leurs aides.

Enfin à toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## DEDICACES

**En cette mémorable occasion de notre soutenance, Je tiens à dédier ce travail :**

### **À Dieu**

Pour m'avoir donné la force de persévérer et garder l'espoir pour mon avenir

### **À mes chères parentes**

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

### **À mes chère frère OUALI et YODAS et ma chère sœur LAMIA**

Pour leur appui et leur encouragement, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

Dieu vous garde en bonne santé et à mes côtés.

### **À mon alter-ego, mon mari**

Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études.

### **À ma chère grand-mère et mes très chères tantes**

Surtout ma très chère tante Kahina qui a été mon soutien moral depuis mon enfance, avec ces conseils et ces encouragements. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et réussite.

### **À mon oncle LOUNIS et sa femme FATIHA**

Pour vos conseils, vos encouragements et votre soutien moral et financier.

### **A Mon encadreur, Mlle Touati**

Qui m'a beaucoup aidé pour la réalisation de ce travail.

### **À ma chère binôme ROSA et à toute sa famille**

Avec laquelle j'ai partagé ce travail, je vous souhaite plein de bonheur, réussite et une bonne santé.

**Dalila**

# DEDICACES

**Je dédie ce travail aux être qui me sont le plus chers :**

**A Ma famille,**

Elle qui ma doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui :

**A mes très chers parents,**

A cet homme courageux, a cette femme généreuse et merveilleuse. Aucun mot ne sera à sa juste valeur pour exprimer tout l'amour, tous leurs sacrifices, toute la gratitude, toute la reconnaissance, l'estime et le MERCI que je vous dois. Je mets entre vos mains, le fruit de longues années d'études. C'est grâce à vous que j'avance, ma réussite dépend de vous, vous être mon exemple, ma force et mon pilier dans la vie. Que Dieu vous protège et vous garde pour moi. Je vous aime.

**A Mes deux frères qui me sont les plus chers Lyes et Hakim,**

Pour leur soutient, leurs encouragements ainsi que leur bien vaillance. Qui sont toujours présents à mes côtés. Aucun mot ne pourra exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

**A Ma belle-sœur qui a pris la place d'une sœur, Souha,**

Qui m'a soutenue, qui a toujours était là pour moi, et qui n'a cessé de m'encourager.

**A mon charmant petit neveu Liam.**

**A mon petit trésor Enzo.**

**A Ma cousine chérie, à ma charmante grande sœur Chacha,**

Qui m'a toujours soutenue, qui a toujours été à mes côtés, avec laquelle j'ai partagé mon enfance.

**A Ma très chère tante adorée Sonia**

Qui prend la place d'une sœur, d'une copine, d'une tante.

**A Mon très cher oncle Dada Cherif**

Qu'aucun mot ne pourra exprimer toute l'importance et tout l'amour que je porte pour lui. Au plus doux et au plus gentil des oncles, que Dieu me le protège.

**A Massi,**

**A ma meilleure amie Cicii,**

**A ma très chère Samou**

**A Mon encadreur, Mlle Touati,**

Qui m'a beaucoup aidé pour la réalisation de ce travail.

**A Ma très chère binôme Dalila et toute sa famille**

Avec la quelle j'ai partagé ce travail, Dieu vous bénisse.

Ainsi qu'à toutes mes amies avec qui j'ai partagé tellement de souvenirs durant ces années.

**ROSA**

## Liste des tableaux et des figures

Tableau I : Composition moyenne du lait selon les espèces en g/l .....	3
Tableau II : Différents types de yaourt et leurs caractéristiques .....	5
Tableau III: Classification taxonomique de l'avoine. ....	19
Tableau IV: Composition nutritionnelle de l'avoine .....	20
Tableau V: Les différents germes recherchés.....	29
Tableau VI: Variation du pH et de l'acidité titrable des trois produits élaborés. ....	32
Tableau VII: Résultats de la variation de l'extrait sec, de la matière grasse et du Brix des trois produits élaborés. ....	33
Tableau VIII: Résultats du dénombrement des germes recherchés. ....	34
Figure 1: Observation microscopique électronique à balayage des ferments lactiques en association dans un yaourt .....	10
Figure 2: Schéma illustrant les interactions de <i>S.thermophilus</i> et <i>Lb.bulgaricus</i> en culture mixte dans le lait .....	11
Figure 3:Diagramme général de fabrication du yaourt ferme et du yaourt brassé .....	12
Figure 4: Photographie de l'Avoine .....	17
Figure 5: Inflorescence de l'avoine .....	18
Figure 6 :Diagramme de fabrication de la préparation d'avoine selon ADA. ....	25
Figure 7: Diagramme de fabrication du yaourt brassé à base de flocon et/ou de farine d'avoine .....	26

## **Liste des abréviations**

- ADA : Agence de développement agroalimentaire.
- JORA : Journal officiel de la république algérienne.
- ISO : Organisation Internationale de Normalisation.
- FAO: Food and Agriculture Organization.
- VRBG: Violet Red Bile Glucose Agar.
- BP: Baird Parker.
- SC : Sabouraud Chloramphénicol.
- OGA : Oxytétracycline glucose agar.
- EST : Extrait Sec Total.
- MG : Matière Grasse.
- UFC : Unité formant colonie.
- PhPh : Phénolphtaléine.

---

---

## Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des tableaux et des figures	
Liste des abréviations	
Introduction .....	1

### *Synthèse bibliographique*

I. Généralités sur le lait, lait fermenté et yaourt .....	3
1. Lait .....	3
1.1. Définition du lait.....	3
1.2. Différents types de lait .....	3
1.3. Composition du lait .....	3
2. Laits fermentés.....	4
2.1. Définition du lait fermenté .....	4
2.2. Différents types de laits fermentés .....	4
3. Yaourt.....	4
3.1. Définition du yaourt.....	4
3.2. Différents types de yaourt .....	5
3.3. Composition biochimique .....	6
3.4. Intérêt nutritionnel .....	8
3.5. Ferments lactiques .....	8
3.6. Technologie de fabrication du yaourt .....	11
II. Généralités sur l'avoine.....	17
1. Description botanique.....	17
2. Origines de l'avoine .....	18
3. Classification taxonomique.....	18
4. Distribution géographique .....	19
5. Prévention des maladies .....	19
6. Composition nutritionnelle et la valeur énergétique.....	20
7. Transformation du grain en flocon.....	21
7.1. Premier nettoyage .....	21
7.2. Séchage et ventilation .....	21
7.3. Stockage.....	22
7.4. Décortilage .....	22

7.5. Nettoyage .....	22
7.6. Forme du grain .....	22

***Partie expérimentale***

III. Matériel et méthodes .....	24
1. Matériel.....	24
1.2. Matières premières .....	24
1.3. Produits finis .....	25
2. Méthodes .....	25
2.1. Elaboration de la préparation d'avoine (farine et flocons).....	25
2.2. Elaboration d'un yaourt brassé.....	25
2.3. Analyses physico-chimiques .....	27
2.4. Analyses microbiologiques .....	29
1. Analyses physico-chimiques.....	32
2. Analyses microbiologiques .....	34
Conclusion.....	37
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

## Introduction

La famille des laits fermentés serait apparue à l'époque néolithique (6000 ans avant Jésus-Christ) en Asie centrale. Depuis des milliers d'années les hommes utilisent la fermentation grâce à des bactéries lactiques, dans le but d'augmenter la durée de conservation des aliments (**Savadogo et al., 2011 ; Carré-Mlouka, 2018**). Leur histoire est complexe et leur origine peut être multiple (**Bourlioux, 2007**).

Leur diversité tient à l'origine du lait, à la multitude des espèces laitières présentes dans le monde et propres à chaque région (**Anonyme 1, 2005**), à la diversité des ferments utilisés pour chaque type de produit, ainsi qu'à de très nombreuses transformations du lait, d'où vient la grande variété de la famille des laits fermentés, parmi ceux-ci on trouve ; le yaourt, le fromage, le beurre, et autres. La famille des laits fermentés fait partie du régime quotidien des consommateurs et contribue à l'équilibre alimentaire (**Bourlioux et al., 2011**).

Il est bien connu que les produits laitiers frais fermentés, tel que le yaourt, occupent une place essentielle dans la consommation humaine, dans tous les pays (**Nakasaki et al., 2008**), principalement consommé tant que dessert, il est identifié comme nourriture saine grâce à l'action bénéfique de ses deux bactéries vivantes spécifiques (*Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus et Streptococcus thermophilus*) (**Tamime et Robinson 1985**).

Cette consommation importante de yaourt provient essentiellement de ses propriétés sensorielles, nutritionnelles et éventuellement thérapeutiques (**Deeth et Tamime, 1980 ; Gurr et al., 1984**). De plus, il convient à toutes les tranches d'âge et même chez les sujets intolérants au lactose, ces derniers ne possédant pas l'enzyme lactase nécessaire pour l'assimilation du lactose (**Nagai et al., 2011**).

Traditionnellement, le yaourt nature et ferme présentait le lait fermenté le plus consommé. Dans les années 1960-1970, sont apparus les produits sucrés puis aromatisés, aux fruits, (**Tamime et Deeth, 1980**) ou encore aux céréales.

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (**Djermoune, 2009**). La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau

d'environ 205 kg /hab/an. Ces produits occupent le premier rang (39,22 %), devant les produits laitiers (20,6%) (**Chehat, 2007**).

Grace aux industries de transformation, qui occupent une place « leader » dans le secteur des industries agroalimentaires, les céréales peuvent être nettoyées, triées, stockées et quelques fois même transformées (**Chehat, 2007 ; Annet, 2016**).

Parmi les céréales qui appartiennent à la famille des Graminées (ou Poacées), nous pourrions mentionner l'avoine, qui est cependant, un produit très intéressant, il est comestible et bénéfique grâce à ses utilisations nutritionnelles, médicinales et pharmaceutiques, ainsi qu'à sa richesse en fibres (**Moule, 1997 ; Nihed, et al., 2015**).

En vue d'obtenir un yaourt de meilleure qualité nutritionnelle, notre travail consiste en l'élaboration d'un yaourt brassé à base de flocons et/ou farine d'avoine. Ce travail est subdivisé en deux parties :

Une synthèse bibliographique présentant deux chapitres ; généralités sur le lait, lait fermenté et yaourt et généralités sur l'avoine.

Une partie expérimentale présentant les analyses qualitatives de notre produit élaboré, composée de trois chapitres ; matériel et méthodes, analyses physicochimiques et microbiologiques et un autre chapitre qui englobera les résultats et discussion. Enfin nous terminerons par une conclusion.

## I. Généralités sur le lait, lait fermenté et yaourt

### 1. Lait

#### 1.1. Définition du lait

Le lait est défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

#### 1.2. Différents types de lait

La diversité des laits tient à l'origine de plusieurs facteurs, que ça soit :

- Selon l'animal dont il est issu, de nombreuses espèces animales peuvent produire du lait, citons : ânesses, antilopes, bisons, brebis, bufflons, chèvres, juments, rennes, vaches, yacks et zèbres (**Bourlioux, 2007**).

- Selon sa teneur en matière grasse ; la teneur en lipide est imposée par la réglementation selon le type de lait désiré (tableau I, **annexe N°1**) (**Noblet, 2012**).

- Selon le traitement thermique effectué, qui a pour objectif de détruire les germes capables d'être présents dans le lait (Lait cru, pasteurisé, stérilisé, et UHT) (**Noblet, 2012**).

- Citons aussi d'autres laits disponibles : poudre de lait, enrichi, aromatisé, concentré, sans lactose... (**Noblet, 2012**).

#### 1.3. Composition du lait

La composition générale du lait varie en fonction d'une multiplicité de facteurs : la race, l'alimentation, la période de lactation et l'état de santé de l'animal (**Jaouen, 1986**).

Les laits des différentes espèces présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes catégories de composants, mais en différentes proportions (tableau I)

**Tableau I** : Composition moyenne du lait selon les espèces en g/l (**Vilain, 2010**).

	Eau	Lipides	Protéines			Glucide (Lactose)	Matière minérale
			Totale	Caséine	Albumine		
Lait maternelle	905	35	12 - 14	10 - 12	4 - 6	65 - 70	3
Vache	900	35 - 40	30 - 35	27 - 30	3 - 4	45 - 50	8 - 10
Chèvre	900	40 - 45	35 - 40	30 - 35	6 - 8	40 - 45	8 - 10
Brebis	860	70 - 75	55 - 60	45 - 50	8 - 10	45 - 50	10 - 12
Jument	925	10 - 15	20 - 22	10 - 12	7 - 10	60 - 65	3 - 5
Bufflonne	850	70 - 75	45 - 50	35 - 40	8 - 10	45 - 50	8 - 10
Anesse	925	10 - 15	20 - 22	10 - 12	9 - 10	60 - 65	4 - 5

## 2. Lait fermentés

### 2.1. Définition du lait fermenté

En France (décret n° 88-1203, 30 décembre 1988, art 1 et suivant), l'appellation « lait fermenté » est réservée aux produits laitiers obtenus par fermentation du lait, lequel peut avoir été fabriqué à base de lait avec ou sans modification de la composition (lait écrémé ou non ou des laits concentrés ou en poudre écrémés ou non, enrichis ou non de constituants du lait), par l'action des micro-organismes appropriés, aboutissant à la baisse du pH avec ou sans coagulation.

Ces laits fermentés doivent subir un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation, ainsiensemencés avec des microorganismes appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit (**Cayot et Lorient, 1998 ; Codex Stan, 2003**).

### 2.2. Différents types de laits fermentés

Il existe un grand nombre de laits fermentés qui diffèrent selon leurs matières premières, leurs flores microbiennes, leurs technologies de fabrication, leurs textures, leurs goûts et leurs durées de conservation. Le tableau II **annexe N°2** donne une description de quelques types de produits et leurs pays d'origine.

En Algérie les produits laitiers fermentés commercialisés sont principalement le l'ben et le yaourt, ils sont obtenus généralement à partir du lait de vache (**Leksir, 2012**).

## 3. Yaourt

### 3.1. Définition du yaourt

La réglementation française précise : « la dénomination yaourt ou yoghourt est réservée au lait fermenté obtenu, selon les usages loyaux et constants, par le développement des seules bactéries lactiques, *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, qui doivent êtreensemencées simultanément et se trouvent vivantes dans le produit à raison d'au moins  $10^7$  bactéries/g lors de la vente au consommateur » (**Michel et al., 2000**).

Le Codex Alimentarius définit le yaourt comme étant un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition de lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc. Les microorganismes du produit fini doivent être viables et abondants (**Lubin, 1995**).

### 3.2. Différents types de yaourt

Différentes textures et variétés de yaourts existent sur le marché (tableau II), souvent définis en fonction de leurs technologies de fabrication ou de leurs textures, leurs teneurs en matière grasse, ou encore leurs goûts, ainsi c'est au consommateur de choisir son yaourt favori.

**Tableau II** : Différents types de yaourt et leurs caractéristiques

Types de yaourt	Caractéristiques
<p><b>A) Selon la technologie de fabrication (Vignola, 2002)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Yaourt brassé</b></li> <li>• <b>Yaourt à boire</b></li> <li>• <b>Yaourt ferme</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fermentation aura lieu en cuve avant brassage et conditionnement, Ce sont des yaourts naturels ou aromatisés, il présente une texture presque fluide, amené à une consistance crémeuse après coagulation.</li> <li>• Similaire au type brassé mais dont le coagulum est réduit à l'état liquide avant conditionnement.</li> <li>• La fermentation aura lieu dans des pots, et sera refroidi avant le conditionnement. Il présente une texture ferme à surface lisse.</li> </ul>
<p><b>B) Selon la teneur en matière grasse (Gosta, 1995)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Yaourt entier</b></li> <li>• <b>Yaourt partiellement écrémé</b></li> <li>• <b>Yaourt écrémé</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matière grasse minimale 3%.</li> <li>• Matière grasse (0,5 – 3%).</li> <li>• Matière grasse maximale 0,5%</li> </ul>
<p><b>C) Selon le goût (Vignola, 2002)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Yaourt Nature</b></li> <li>• <b>Yaourt aromatisé</b></li> <li>• <b>Yaourt aux fruits</b></li> <li>• <b>Yaourt light</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sans additions.</li> <li>• Addition d'arômes, naturels extraits de fruits ou de synthèse en cours de conditionnement pour les yaourts fermes et en tanks pour les yaourts brassés et à boire.</li> <li>• Addition de fruits, en cours de conditionnement pour les yaourts fermes et en tanks pour les yaourts brassés et à boire. On utilise des fruits sur sucre c'est-à-dire des fruits réduits en morceaux ou en purée, additionnés de sucre et traités thermiquement</li> <li>• Addition d'édulcorant sans sucre.</li> </ul>

### 3.3. Composition biochimique

La variété des yaourts présents sur le marché, présente un avantage inéluctable pour varier les plaisirs du consommateur tout en assurant un parfait équilibre nutritionnel.

Les laits utilisés pour la fabrication du yaourt et des autres laits fermentés, doivent être enrichis en poudre de lait, afin d'augmenter leurs teneurs en protéines, calcium, lactose, en vitamines et en matière grasse (**Anonyme 2, 1997**).

#### ➤ Les protéines

Les protéines du yaourt sont intéressantes que ça soit du point de vue quantitatif que qualitatif. Elles favorisent l'assimilation du calcium et sont rassasiantes (**Anderson et Shannon, 2004 ; Bohdan et al., 2007**).

Selon **Rasic et al, (1971)**, un yaourt contient une proportion de peptides et d'acides aminés libres plus que celle du lait. Cette proportion augmente lors de la dégradation que subit la fraction protéique au cours de la fermentation, et elle est cinq fois plus importante dans le yaourt que dans le lait.

La coagulation des protéines, et leurs propriétés de se lier avec l'eau influencent sur la texture et la fermeté du yaourt (**Vignola, 2002**).

La micelle de caséine représente environs 92-93% de la masse totale des protéines du lait (**Cayot et Lorient, 1998**).

#### ➤ La matière grasse

La teneur en matière grasse du yaourt varie selon la composition du lait utilisé.

- Yaourt écrémé, fabriqué à partir du lait écrémé dont la teneur en matière grasse ne peut excéder 0,50 %.
- Yaourt partiellement écrémé ou ordinaire, fabriqué à partir du lait demi-écrémé dont la matière grasse s'élève à 1,50 % au minimum et à 1,80 % au maximum.
- Yaourt entier, fabriqué à partir du lait entier dont la matière grasse s'élève à 3,5% (**Weisseyre, 1979 ; Gemrcn., 2009**)

La matière grasse joue un rôle important dans l'amélioration de l'onctuosité et la sensation de douceur dans la bouche (**Vignola, 2002**).

### ➤ Les minéraux

Les minéraux jouent un rôle important dans la stabilisation du gel (**Vignola, 2002**).

En parlant de minéraux, c'est essentiellement la richesse en calcium qui est à noter. La teneur en calcium augmente lors de la fabrication du yaourt et cela est dû à l'ajout de la poudre de lait au lait d'origine (**Anonymes 2, 1997**).

Ces minéraux sont souvent importants afin d'assurer plusieurs fonctions physiologiques tels que la régulation nerveuse ou enzymatique, contraction musculaire, etc. (**Michel et al., 2000**).

### ➤ Les vitamines

La teneur en vitamines du yaourt varie selon la composition du lait utilisé (**Pougeon, 2001**). On distingue deux types de vitamines ; hydrosolubles B et C en teneurs constantes, et les vitamines liposolubles A, D, E, K en teneurs variables.

La teneur en vitamines liposolubles A et D dépend de leur teneur dans le lait utilisé (**Anonyme 2, 1997**).

L'addition de poudre de lait au lait d'origine accroît généralement les teneurs en vitamines, sauf dans le cas où l'enrichissement est fait avec de la poudre de lait écrémé, les vitamines liposolubles sont pas prises en considération (**Favier, 1991**).

Selon **Randoïn et Causeret (1956)**, la teneur en rétinol et béta-carotène diminue au cours de la fabrication du yaourt, en effet le  $\beta$ -carotène reste assez stable durant le stockage alors que la teneur en rétinol diminue.

Par ailleurs, l'ajout de quelques ingrédients au yaourt apportent parfois un supplément d'activité vitaminique.

### ➤ Les glucides

Au cours de la fermentation le lait se transforme en lait fermenté, d'où la teneur en lactose va baisser. Dans le cas du yaourt le lactose résiduel est de l'ordre de 4,5 g pour 100 g (**Anonyme 2, 1997**).

Le lactose, sucre majoritaire du yaourt, est le substrat que les ferments lactiques utilisent comme nutriment principal afin de produire le galactose et le glucose qui a son tour est transformé en acide lactique (**Bourlioux et al., 2001**).

Le lactose possède un pouvoir sucrant quatre fois plus faible que le sucre de table (saccharose) (**Vignola, 2002**).

### **3.4. Intérêt nutritionnel**

Le yaourt contient de nombreux minéraux, vitamines, bactéries et composés bioactifs (caséines, beta-lactoglobuline, alpha-lactalbumine, lactoferrine...) qui, ensemble, peuvent participer à une bonne santé cardiométabolique (**Melissa et al., 2017**).

- Amélioration de l'absorption du lactose.
- Amélioration de la digestibilité des protéines.
- Amélioration de la digestibilité de la matière grasse.
- Activité antimicrobienne.
- Stimulation du système immunitaire.
- Action préventive contre les cancers de la sphère digestive.
- Action anticholestérolémiant.

### **3.5. Ferments lactiques**

#### **3.5.1. Définition des ferments lactiques**

L'industrie laitière utilise certaines bactéries appelées "ferments", dans la production d'une grande gamme de laits fermentés (fromage, le yaourt, le lait fermenté, le beurre et la crème) tout en accélérant, et en orientant leurs processus de fermentation, ces bactéries sont utilisées dans l'acidification du lait afin de produire de l'acide lactique à partir de lactose (**Vignola, 2002 ; Chen, 2010**).

Un ferment lactique est une préparation comprenant un grand nombre de microorganismes (une seule espèce ou plusieurs). Les laiteries peuvent acheter les cultures commerciales sous forme liquide, surgelée ou lyophilisée (**Vignola, 2002 ; Leroy et De Vuyst, 2004 ; Yildiz, 2010**).

### 3.5.2. Les deux souches spécifiques du yaourt

#### ➤ *Streptococcus thermophilus*

*Streptococcus thermophilus* sont des germes de forme sphérique, anaérobies facultatifs à Gram<sup>+</sup>, immobile, et très exigeant du point de vue nutritionnel. Ils se développent bien à une température de 37 à 46 °C. Leur fermentation est homolactique et donne de l'acide lactique (Guiraud, 2003).

Cette souche produit au maximum 0,6 % d'acide lactique pour un pH de 4,5, contient une activité aromatique plus importante que le lactobacille. Elle joue un rôle important dans l'initiation de la fermentation en stimulant les lactobacilles en lui procurant des composantes nécessaires à sa fermentation (Vignola, 2002).

En plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture des laits fermentés, elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (Bergamairer, 2002).

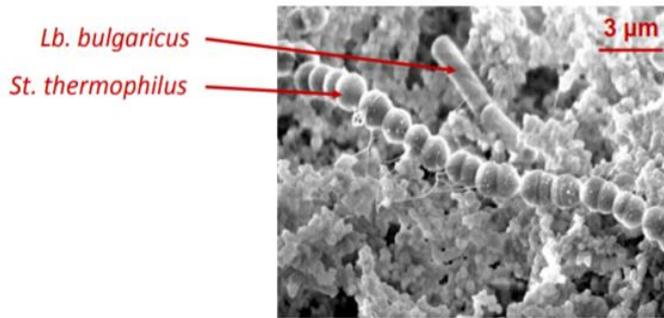
*Streptococcus thermophilus* est bénéfique pour la santé du consommateur par l'augmentation de la digestibilité de lactose et diminution de diarrhée (Lecocq et Pauwels, 2017).

#### ➤ *Lactobacillus bulgaricus*

*Lactobacillus bulgaricus* sont des germes de forme allongée, micro aérophiles, thermophiles, à Gram<sup>+</sup>, généralement immobiles, homofermentaires, se développent à des températures de 42 à 50 °C. elle est beaucoup plus acidifiante que *Streptococcus thermophilus*, produit au maximum 2,7% de l'acide lactique pour un pH 3,6, et plus tolérante au pH acide. *Lactobacillus bulgaricus* possède un effet bénéfique pour la santé, améliore la constipation, digestion du lactose et diminue les diarrhées (Vignola, 2002 ; Lecocq et Pauwels, 2017).

Cette bactérie est responsable de la production d'acétaldéhyde (composé aromatique du yaourt par transformation de la thréonine), ainsi que du développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty-Teyssset et al., 2000 ; Philippe, 2010).

Les deux souches spécifiques du yaourt sont illustrées dans la figure 1.



**Figure 1:** Observation microscopique électronique à balayage des ferments lactiques en association dans un yaourt (Béal, 2014).

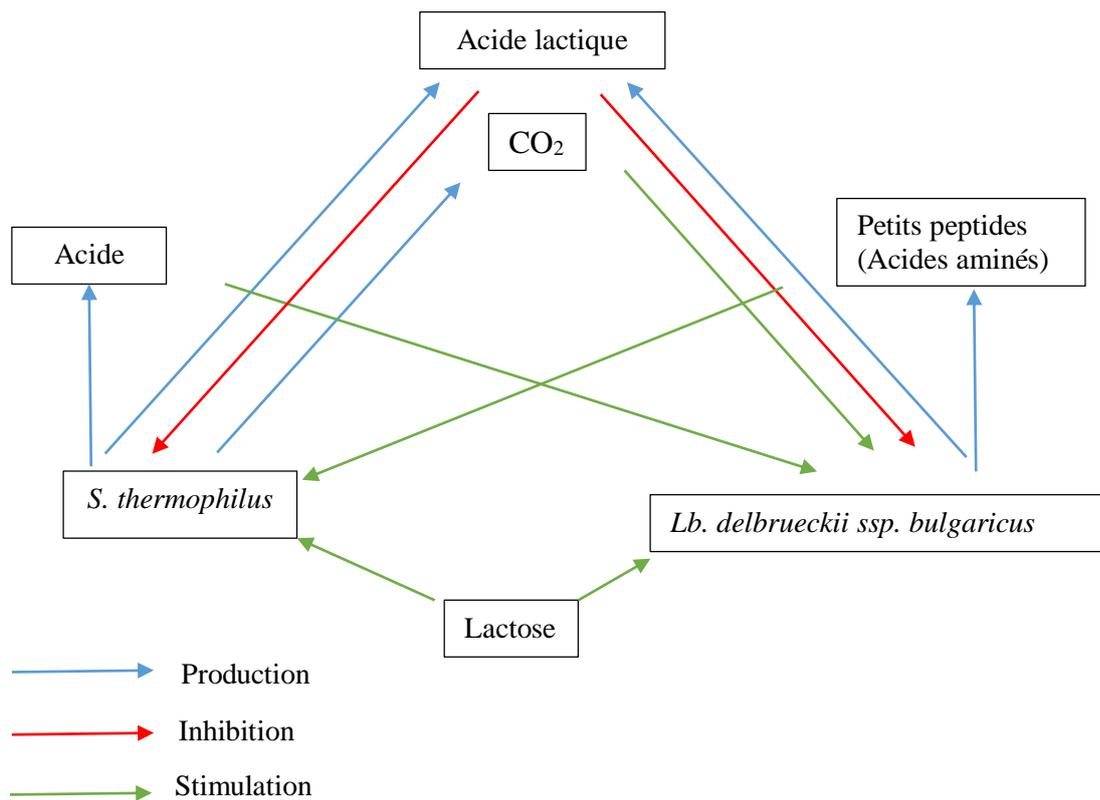
### 3.5.3. Symbiose des deux bactéries lactiques

“La symbiose yaourt” est la coopération des deux souches du yaourt ; *St. Thermophilus* et *Lb. Bulgaricus*, qui se développent en association, également appelée protocoopération, dans des cultures mixtes ayant un intérêt à la fois d’ordre technologique et nutritionnel (Driessen, 1981 ; Radke-Michell et Sandine, 1984 ; Radke-Michell et Sandine, 1986)

Cette coopération permet l’augmentation de la production de la biomasse, ainsi que l’accroissement de la viscosité du produit fini. Par leur activité acidifiante, ont un effet bénéfique du point de vue qualité hygiénique du produit, et engendrent à la fois des produits secondaires qui contribuent à la qualité organoleptique du yaourt (Roissart et al., 1994 ; Courtin et al., 2004 ; Ngounou et al., 2003).

Afin que ces deux souches puissent se développer, elles ont besoins d’acides aminés et de peptides, le lait n’en contient que la quantité nécessaire au démarrage de leur croissance. Parmi les interactions fondamentales entre les deux espèces nous citerons ; le *Lactobacillus bulgaricus* par son activité protéolytique, attaque les caséines du lait qui libèrent des peptides et des acides aminés, au profit du *St. Thermophilus*, lui permettant de poursuivre sa croissance, en revanche, *St. thermophilus* produit de l’acide formique et du CO<sub>2</sub> qui vont stimuler à leur tour la croissance de *Lb. bulgaricus*. Enfin la quantité d’acide lactique produite par l’association des deux bactéries est supérieure à celle produite par chacune des cultures pures (Driessen et Kingma, 1982 ; Tammam et al., 2000 ; Tamime et Robinson, 2003 ; Philippe, 2010).

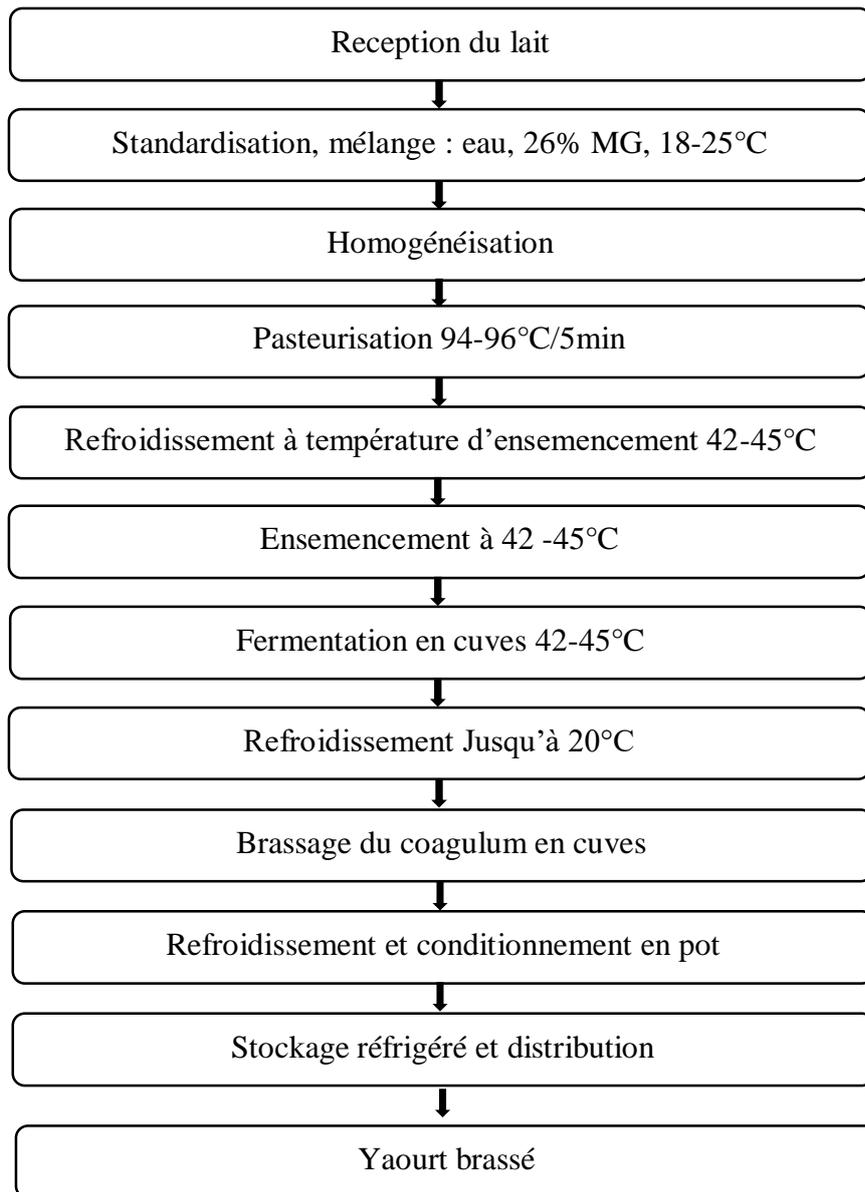
Les interactions des *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus Bulgaricus* sont représentées dans la figure 2 :



**Figure 2:** Schéma illustrant les interactions de *S.thermophilus* et *Lb.bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Mahaut et al., 2000).

### 3.6. Technologie de fabrication du yaourt

Les diagrammes de fabrication, se différencient selon les types de yaourt, qui a leurs tours présentent des variantes selon leurs saveurs, arômes ajoutées, compositions ou technologie de fabrication. Les principales étapes de production du yaourt brassé, sont illustrées dans la figure 3 :



**Figure 3:**Diagramme général de fabrication du yaourt ferme et du yaourt brassé (Beal et Sodini, 2012).

### 3.6.1. Réception du lait

Un produit ne peut être de qualité que si la matière première est de bonne qualité. Pour ce fait elle doit être soumise en préliminaire, dès sa réception, à un contrôle, de deux paramètres microbiologiques et chimiques, afin de confirmer son acceptabilité.

- **Microbiologie**
  - La matière première doit être dépourvue des microorganismes pathogènes.
  - Des indices sur la qualité microbiologique du lait peuvent être donnés à partir de la mise en place de moyens de contrôle, tels que la senteur dans la citerne, contrôle de l'activité protéolytique et lipolytique ou d'alcoolisation des bactéries présentes dans la matière première.
  - L'élévation de la température nous informe sur la possibilité d'une croissance plus importante des microorganismes contaminants.
  - Certaines analyses telles que le pH, acidité, et l'analyse du potentiel d'oxydoréduction, sont des indices indirects de la croissance des microorganismes.
  - L'hygiène du personnel et des camions de transport révèlent le potentiel du risque de contamination.
- **Chimie** : la matière première doit être exempte de cellules somatiques, citons les mammites, et les agents inhibiteurs de l'activité des ferments, tels que le chlore, agents de lavage, et des antibiotiques, ainsi que les pesticides (**Vignola, 2002**).

### **3.6.2. Epuration physique**

Afin de retenir la grande partie des impuretés grossières du lait, il est nécessaire de faire passer le lait à travers une étamine métallique à mailles serrées, une des meilleures techniques de filtration et d'épuration, cela permet ainsi d'écarter un millier de germes indésirables.

Le lait soumis à une filtration, empêche certaines fermentations secondaires capables d'engendrer des goûts défectueux dans le lait, ainsi retarde l'acidification et la fermentation normale (**Giroux, 1937**).

### **3.6.3. Standardisation**

Afin d'assurer la qualité nutritionnelle, et organoleptique du produit, le lait doit être standardisé en protéines, et en matière grasse, lactose, minéraux et en vitamines.

La standardisation présente un important rôle, sur la qualité finale du yaourt, il est donc nécessaire de citer le rôle de chaque composante du produit :

- Le gras assure une sensation de douceur dans la bouche, et une bonne onctuosité.
- Le lactose est le facteur principal de l'acidification, avec un faible pouvoir sucrant.

- Les protéines agissent sur la texture, la viscosité, la consistance, l'élasticité, et la fermeté du yaourt, grâce à sa propriété de se lier avec l'eau, et à leur pouvoir de coagulation.
- Les minéraux agissent sur la stabilisation du coagulum (**Vignola, 2002**).

#### **3.6.4. Homogénéisation**

L'homogénéisation influence sur la matière grasse et les protéines du lait, et améliore la rétention de l'eau et la fermeté du produit fini.

- **Effet sur la matière grasse**

- Une bonne homogénéisation permet la réduction de la taille des globules gras en petites particules, ce qui facilite leurs pénétrations dans la phase aqueuse de la masse blanche afin d'éviter sa remontée à la surface.
- L'homogénéisation joue un rôle principal dans l'amélioration du goût et de la texture du yaourt.
- Elle augmente la sensibilité des microorganismes lors du traitement thermique.
- Mais elle augmente aussi la surface d'attaque des globules gras par les lipases c'est pourquoi il est primordial d'effectuer le traitement thermique immédiatement après l'homogénéisation.

- **Effet sur les protéines**

L'homogénéisation améliore le caractère hydrophile des protéines par l'augmentation du nombre de groupement pouvant se lier à l'eau, ce qui favorise la stabilité de ces protéines (**Vignola, 2002**).

#### **3.6.5. Pasteurisation**

Le traitement thermique induit principalement à la destruction des germes pathogènes et indésirables, aussi favorise le développement de la flore lactique spécifique, et permet également d'améliorer la texture, le goût et la couleur du produit fini (**Michel, 2000**).

- **Effet sur la flore lactique**

Le traitement thermique influence positivement sur l'activité des ferments lactiques en leur offrant des conditions favorables pour leurs croissances, et en modifiant les composantes du mélange, afin qu'elles soient plus assimilables par les bactéries fermentaires (**Vignola, 2002**).

- **Effet sur la texture, goût et la couleur**

La pasteurisation modifie les protéines du lait, ce qui facilite la fermentation, et améliore la consistance et la viscosité des laits fermentés et prévient la séparation du lactosérum (**Christine, 2017**).

Un traitement thermique trop intensif modifie le goût, la couleur et affecte la valeur nutritive du produit (**Vignola, 2002**).

### **3.6.6. Refroidissement 42-45°C**

Dès que le traitement thermique est terminé, on procède à un refroidissement rapide à une température avoisinante les 43°C afin de procéder à une inoculation et à l'incubation. (**Vignola, 2002**).

### **3.6.7. Ensemencement**

L'ensemencement se fait à l'aide de l'ajout d'un levain comprenant exclusivement une ou plusieurs souches de chacune des bactéries spécifiques du yaourt : *Streptococcus salivarius, subsp. thermophilus*, et *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*. Ces ferments peuvent être trouvés sous forme liquide, lyophilisée ou congelée (**Mahaut et al., 2000**).

Avant de commencer cette étape, le lait doit être amené à une température avoisinante de 43°C, et doit essentiellement être bien mélangé, afin de rendre le mélange (lait/ferment) bien homogène. La température optimale de développement du streptocoque est de 42-45 °C, celle du lactobacille de 47-50 °C (**Chandan et al., 2006**).

### **3.6.8. Fermentation**

La fermentation est l'étape la plus importante du processus de fabrication du yaourt, du fait de son pouvoir de transformation d'un lait liquide en un produit acidifié et épaissi (**Bourlioux, et al., 2011**).

Le taux d'ensemencement des bactéries du yaourt doit être assez élevé, afin d'assurer une excellente acidification.

La production des exopolysaccharides (EPS), varie selon la souche, le couple (temps/température) et la composition du mélange, ce qui confère un caractère plus ou moins filant au produit (**Romain et al., 2008**).

### **3.6.9. Refroidissement à 20°C**

Lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,3 et 4,7, le yaourt doit être mis à un refroidissement, d'une température de 15-22°C, afin de stopper l'activité acidifiante, lors de la phase finale de l'incubation (**Tamime et Robinson, 1999 ; Béal et Sodini, 2003**).

### **3.6.10. Brassage**

Le brassage du gel s'effectue avant l'étape de refroidissement, s'applique uniquement dans la fabrication du yaourt brassé, qui se réalise par deux méthodes, soit à l'aide d'une hélice marine, dans la cuve de fermentation (brassage lent), soit le plus pertinent, par pompage du gel, en amont de l'échangeur thermique (**Beal et Sodini 2003**).

Certains grumeaux apparaissent dans le produit, provenant d'un bris non uniforme du caillé, pour cela on procède à un lissage du coagulum, afin d'uniformiser la texture finale du yaourt brassé et à boire (**Vignola, 2002**).

### **3.6.11. Refroidissement et Conditionnement en pot**

Le premier refroidissement se fait à des températures de 15-22°C pour le yaourt brassé, en agitant légèrement le gel formé au cours de l'acidification, dans le but d'uniformiser le transfert de froid ainsi que d'obtenir la consistance désirée. Afin de clôturer ce refroidissement le gel doit traverser des échangeurs à plaques, tout en préservant la qualité du produit. Le produit est ensuite mis dans des bassins de rétention, avant le conditionnement, afin que le gel prenne une certaine viscosité et se stabilise, le produit est enfin prêt pour le conditionnement. Le deuxième refroidissement se fait à des températures proches de 4°C. Le yaourt se conditionne soit dans des pots en verre, ou en plastique (thermoformage) (**Vignola, 2002 ; Romain et al., 2008**).

## II. Généralités sur l'avoine

L'avoine est une céréale récoltée en grains secs (figure 4), assez champêtre avec de multiples fonctions, offre principalement deux débouchés, utilisée depuis des siècles pour l'alimentation des animaux, et sert de plus en plus à l'alimentation humaine, sous différentes formes mais les flocons restent la forme la plus connue.

L'avoine est une espèce de céréale cultivée connue sous le nom scientifique « *Avena Sativa* L », également appelée « avoine commune », « avoine byzantine », classée parmi les graminées (Coffman, 1977 ; Gibbs Russell et al., 1990; Bremness, 1999 ; Suttie, 2004).

Egalement appelé **Azekun** en kabyle, El chouffan en arabe, et Oat en anglais.



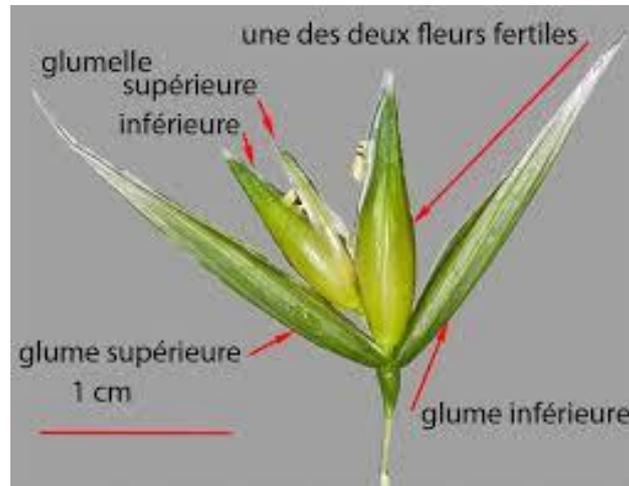
**Figure 4:** Photographie de l'Avoine (Anonyme 4, 2013).

Cette céréale, est une plante prometteuse pour l'avenir. Elle est comestible et bénéfique grâce à ses utilisations nutritionnelles, médicinales et pharmaceutiques et, par conséquent, reconnue pour être utile à un monde plus sain (Nihed et al., 2015).

### 1. Description botanique

L'avoine est une plante herbacée annuelle d'environ 50cm à 1m50, dressée, à racine fibreuse, contenant des feuilles planes, glabres et pubescentes, avec ligule courte, tronquée et panicule verte étalée en tous sens, épillets pendants, entouré de deux écaillés ; glumes. Ainsi deux glumelles presque égales qui entoure le grain présent à l'intérieur de chaque épillet (tela-botanica, 2011 ; Bénédicte Henrotte, 2016).

Présentant aussi une tige (chaume) dressée, rigide et grosse comportant une série de nœuds, et d'entre nœuds (**Ouknider et Jacquard, 1989**).



**Figure 5:** Inflorescence de l'avoine (Bénédicte Henrotte 2016).

## 2. Origines de l'avoine

L'avoine est originaire du nord-est de l'Europe (Autriche et Russie) et des plateaux de l'Éthiopie et de la Chine, dans les vestiges de la 12e Dynastie, elle doit probablement être dérivée des plantes sauvages en Egypte où a été découvert le plus ancien grain d'avoine. La plus ancienne avoine a été cultivée dans des grottes en suisse. En 1609 l'avoine a été introduite en Amérique sur les îles Elizabeth, sur les côtes de l'État du Massachusetts et Georges Washington, premier président des États-Unis d'Amérique, en aurait semé 234,71 hectares en 1786 (**Sirodot, 2016**).

## 3. Classification taxonomique

Afin de pouvoir nommer et bien décrire l'avoine, on organise un groupement hiérarchisé, composé d'entités appelées taxons : Règne, sous-règne, division .... Selon **Feillet (2000)**, la taxonomie de cette graminée, nommée « *Avena sativa* L » est illustrée dans le tableau III :

**Tableau III:** Classification taxonomique de l'avoine.

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobiona
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinide
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Sous-famille	Pooideae
Tribu	Aveneae
Genre	<i>Avena</i>
Espèce	<i>Avena sativa</i>

#### 4. Distribution géographique

Selon l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, la production mondiale totale d'avoine en 2008 était d'environ 25,8 millions de tonnes métriques (mmt) ; La Russie est le premier producteur (5,8 mmt), suivie par le Canada (4,2 mmt), les États-Unis (1,3 mmt), la Pologne (1,2 mmt), la Finlande (1,2 mmt), l'Australie (1,2 mmt), l'Ukraine (0,9 mmt), l'Allemagne, Biélorussie et Chine (0,8, 0,6 et 0,4 mmt, respectivement) (FAOSTAT, 2009 ; Rajinder, et al., 2013).

Parmi les céréales, l'avoine a l'avantage de tolérer plus efficacement les sols acides, et le temps humide (Nihed et al., 2015).

#### 5. Prévention des maladies

L'avoine est riche en antioxydants qui permettent la prévention des maladies chroniques telles que le diabète type 2, et les maladies cardiovasculaires, parmi ces antioxydants, les tocotriénols qui possèdent des propriétés hypocholestérolémiantes chez l'homme (Thies et al., 2014 ; Tong et al., 2014).

Il a récemment été prouvé que l'huile d'avoine favorise l'excrétion des lipides fécaux qui conduisent à la réduction des concentrations de cholestérol plasmatique et hépatique. Plusieurs études ont porté sur l'avoine en tant qu'agent thérapeutique pour guérir les maladies aiguës comme la tumeur du côlon et la stéatose hépatique (Wang et al., 2011 ; Cais et al., 2012 ; Tong et al., 2014).

Les fibres de l'avoine se distinguent de celles des autres céréales par leur teneur élevée en bêta-glucane, qui réduit considérablement le taux de cholestérol sanguin chez les adultes atteints de l'hypercholestérolémie (**Thongoun et al., 2013**).

L'avoine est unique, elle fournit des nutriments essentiels (Triacylglycérols insaturés, lipides complexes, amidon résistant, composés phénoliques, ...) au microbiote intestinal, cela contribue à la protection des fonctions intestinales et la prévention des maladies intestinales (**Rose, 2014 ; Clemens et al., 2014**).

Plusieurs rapports récents, ont allégué que la consommation de graisses atténue l'hyperglycémie et le diabète. Par conséquent, un supplément quotidien d'avoine peut agir comme un adjuvant efficace pour le traitement des troubles métaboliques chez l'homme (**Dong et al., 2011**).

Cette céréale est connue depuis toujours pour ses propriétés fortifiantes en cas de faiblesse, d'épuisements physiques et mentaux, ou dans le cas d'insomnie, grâce à ses pailles qui sont utilisées comme un antidépresseur pour soigner l'asthénie et un grand nombre de troubles nerveux (**Annie, 2001**).

## 6. Composition nutritionnelle et la valeur énergétique

L'avoine contient plusieurs variétés de nutriments, présentant de multiples effets bénéfiques sur la santé. Selon la base des données des nutriments Welch et USDA, ces derniers sont cités dans le tableau IV :

**Tableau IV:** Composition nutritionnelle de l'avoine ( Welch et USDA) .

Composants	Avoine (100g)
Energie (Kcal)	401
Carbohydrate (g)	72.8
Protéines (g)	12.4
Matière grasse (g)	8.7
Fibres alimentaires (g)	6.8
P (mg)	380
K (mg)	370
Mg (mg)	110
Ca (mg)	55
Se (µg)	8.6
Fe (mg)	4.1
Zn (mg)	3.3
Niacine, vitamine B3 (mg)	3.8
Vitamine E (mg)	1.7

Thiamine (mg)	0.50
Cu (mg)	0.23
Vitamine B <sub>6</sub> (mg)	0.12
Acide folique(μg)	60
Riboflavine (mg)	0.10

La composition de l'avoine diffère selon leurs génotypes et les différentes conditions environnementales, par conséquent, elle peut être améliorée par des pratiques agronomiques et des approches génétiques (Nihed et al. 2015).

## 7. Transformation du grain en flocon

La plupart des producteurs ne garde pas leurs céréales à la ferme mais préfèrent plutôt, directement après la récolte, les vendre à des entreprises spécialisées qui s'occupent de leur nettoyage, triage, stockage et quelques fois même de leur transformation, mais cela nécessite des installations et un certain savoir-faire (Annet, 2016). Ce processus est composé de différentes étapes :

### 7.1. Premier nettoyage

Afin de nettoyer les céréales reçues, humides, qui présentent encore des impuretés, tels que les cailloux, les herbes, les céréales vides et rongées, un nettoyeur-séparateur, de sorte d'aspirateur énorme est considéré comme premier nettoyeur.

La propreté des grains favorisera par la suite le séchage par refroidissement et ventilation (Annet, 2016).

### 7.2. Séchage et ventilation

Afin d'optimiser une bonne conservation des céréales, deux critères doivent être respectés, une humidité inférieure à 16% et une température inférieure à 15°C. Alors qu'un séchage avec de l'air sec ne dépassant pas 40°C permet de diminuer le taux d'humidité du grain, une ventilation qui est d'autant plus efficace quand elle est réalisée la nuit ou le matin quand il fait frais, permet de refroidir la température du grain qui était récolté à 30°C, en l'abaissant à un degré de conservation 20°C dès la mise en silo, puis à 12°C, cette étape est très importante et doit se faire avant décembre pour éviter la différence de température entre le grain et l'air ambiant, ce qui pourra entraîner des moisissures, et enfin à la température idéal qui est de 5°C pour assurer sa stabilité ultérieure et préserver la qualité nutritionnelle du grain (Annet, 2016).

### **7.3. Stockage**

Les céréales sont nettoyées, séchées, puis stockées dans des silos bien aérés, différents pour chaque type de céréales, équipés chacun d'un thermomètre, contrôlant quotidiennement la température pendant la récolte et les semaines qui suivent. Cette température sera contrôlée de façon hebdomadaire lorsqu'elle atteint la condition requise (**Annet, 2016**).

### **7.4. Décorticage**

Après le battage, certains grains comme l'avoine, gardent leurs enveloppes, d'où vient le nom d'avoine vêtue. Afin de préserver les propriétés gustatives du grain et de le protéger le maximum contre la pourriture, cette couche indésirable à la consommation doit être enlevée juste avant la mouture ou l'aplatissage grâce à une décortiqueuse réglée de façon à ce que ces enveloppes externes se détachent du grain sans que le son et le germe ne soient touchés (**Annet, 2016**).

### **7.5. Nettoyage**

Afin d'assurer un bon processus de nettoyage il est tout d'abord nécessaire de séparer les impuretés en fonction de leur densité ; les cailloux pèsent plus lourd que les céréales, la paille et les pellicules sont moins lourdes, c'est pour cela qu'il existe plusieurs tamis pour tamiser les parties qui sont trop petites ou trop grandes, et de cette façon, les céréales sont enfin propres et prêtes à être aplaties ou vendues dans des magasins (**Djamel, 2016**).

### **7.6. Forme du grain**

- **En farine : Mouture**

Afin d'obtenir la farine d'avoine avec un aspect brunâtre, on procède à sa mouture qui se déroule comme suit : broyage, le grain d'avoine passe entre de gros cylindres métalliques afin de séparer les enveloppes et l'amidon par écrasement. Ensuite, l'étape de réduction de la taille des grosses particules amylicées par passage entre cylindres lisses nommée l'étapes du claquage et du convertissage, après le passage au moulin, la farine passe dans un blutoir, ceci afin d'obtenir le type de farine souhaité. Le blutage se base sur le principe du tamisage (**Annet, 2016**).

- **En flocon : Aplatissage**

Avant que les céréales soient battues et aplaties, elles sont d'abord trempées le premier jour, puis le lendemain afin qu'elles deviennent douces et souples, elles sont déversées dans un silo, tombant sur une chaîne roulante où elles sont chauffées à l'aide de brûleurs à gaz,

pendant quelques minutes dans le cas d'avoine pour éviter un goût amer pendant la conservation, car il contient une quantité importante de matière grasse, et si le grain est endommagé il risque de devenir rance sous l'influence d'une enzyme (lipase), c'est pour cela que le préchauffage interrompt l'activité de cette enzyme et le flocon garde son bon goût, l'amidon du grain est suffisamment lié pour que le flocon ne se décompose pas. Après le chauffage, les céréales sont laminées sous forme de flocons grâce à des laminoirs, ensuite ils tombent sur une bande, ils se refroidissent et se sèchent (**Djamel, 2016 ; Annet,2016**).

### **III. Matériel et méthodes**

Ce travail a pour but d'élaborer un yaourt brassé à base de flocons et farine d'avoine ainsi que l'étude de leurs caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques.

Pour la réalisation de ce travail nous avons effectué un stage au sein du laboratoire "ADA" Agence de Développement Agro-alimentaire à Akbou où nous avons élaboré nos yaourts. Cependant, les analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été effectués au niveau de la laiterie "Sarl Ramdy".

#### **1. Matériel**

##### **1.1. Emballage**

La matière d'emballage que nous avons choisi pour notre produit est bien le "verre" qui est considéré comme allié de la santé du consommateur grâce à son imperméabilité, et à ses caractéristiques ; inerte et neutre, le verre protège et conserve parfaitement les produits (**Anonyme 3, 2014**).

Le verre présente une vraie barrière pour l'aliment. Les qualités organoleptiques de la denrée alimentaire ne changent pas car ce matériau ne laisse pas passer les odeurs et les arômes. Le verre est considéré comme un mauvais conducteur de la chaleur et il ne résiste pas aux chocs thermiques brusques, malgré qu'il présente une bonne résistance thermique que ce soit à des températures très élevées ou très basses (**Multon et al., 1998**).

Ce matériau est réputé inaltérable si le pH du produit est compris entre 3 et 9 ; la plupart des aliments ont un pH compris dans cette fourchette. Pour des pH plus acides, il existe de faibles échanges à la surface du verre, entre les ions  $H^+$  de la solution et les ions  $Na^+$  du verre. Réglementairement, la résistance chimique est très contrôlée (**Mosse, 1997 et Requena, 1998**).

##### **1.2. Matières premières**

- Flocons d'avoine fournis par l'entreprise "Agrana fruits" (**voir annexe N°6**)
- Farine d'avoine de la marque " ELOA" achetée au niveau du supermarché (**voir annexe N°7**)
- La poudre de lait (0% MG et 26% MG), sucre, eau, amidon et ferments lactiques.

### 1.3. Produits finis

- Yaourt brassé à base de flocons d'avoine.
- Yaourt brassé à base de farine d'avoine.

## 2. Méthodes

### 2.1. Elaboration de la préparation d'avoine (farine et flocons)

La fabrication de la préparation d'avoine a été réalisée à l'échelle du laboratoire agroalimentaire, en respectant le diagramme de la figure 6 :

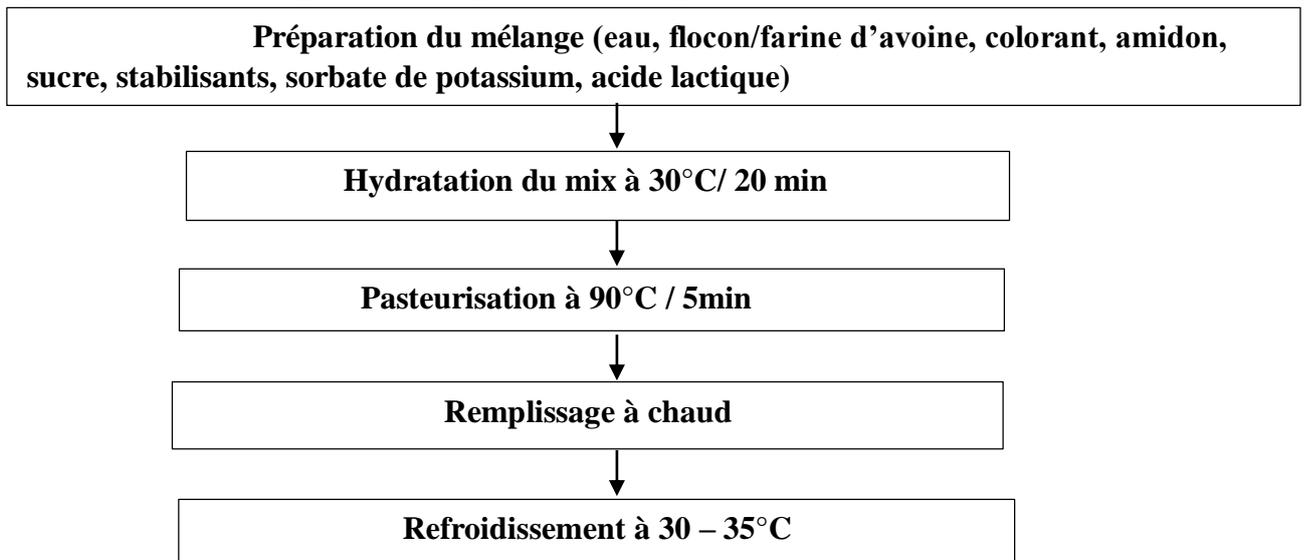


Figure 6 :Diagramme de fabrication de la préparation d'avoine selon ADA.

Afin d'optimiser le pourcentage de farine et/ou flocons d'avoine à ajouter, nous avons effectué trois préparations à trois pourcentages différents, nous avons donc démarré avec une préparation à 20%, une autre à 25% et enfin une dernière à 30%.

Les tests organoleptiques sont pris en considération afin de bien choisir la meilleure préparation, que ce soit en ce qui concerne le meilleur goût, la meilleure couleur, ainsi que la meilleure texture et onctuosité, qui constituent pour le consommateur, d'importants éléments d'appréciation de la qualité du yaourt... C'est à partir de là, que la 30% a été prise en considération et a été choisie pour le reste des analyses.

### 2.2. Elaboration d'un yaourt brassé

Sachant que, la préparation d'avoine a déjà été réalisée avant son incorporation dans la masse blanche, une proportion de 3g de la préparation (la 30%) va être ajoutée à 97g de la masse blanche afin d'obtenir un poids total de 100g de yaourt.

La fabrication du yaourt brassé (masse blanche) a été réalisée à l'échelle du laboratoire agroalimentaire, en respectant le diagramme de la figure 7 :

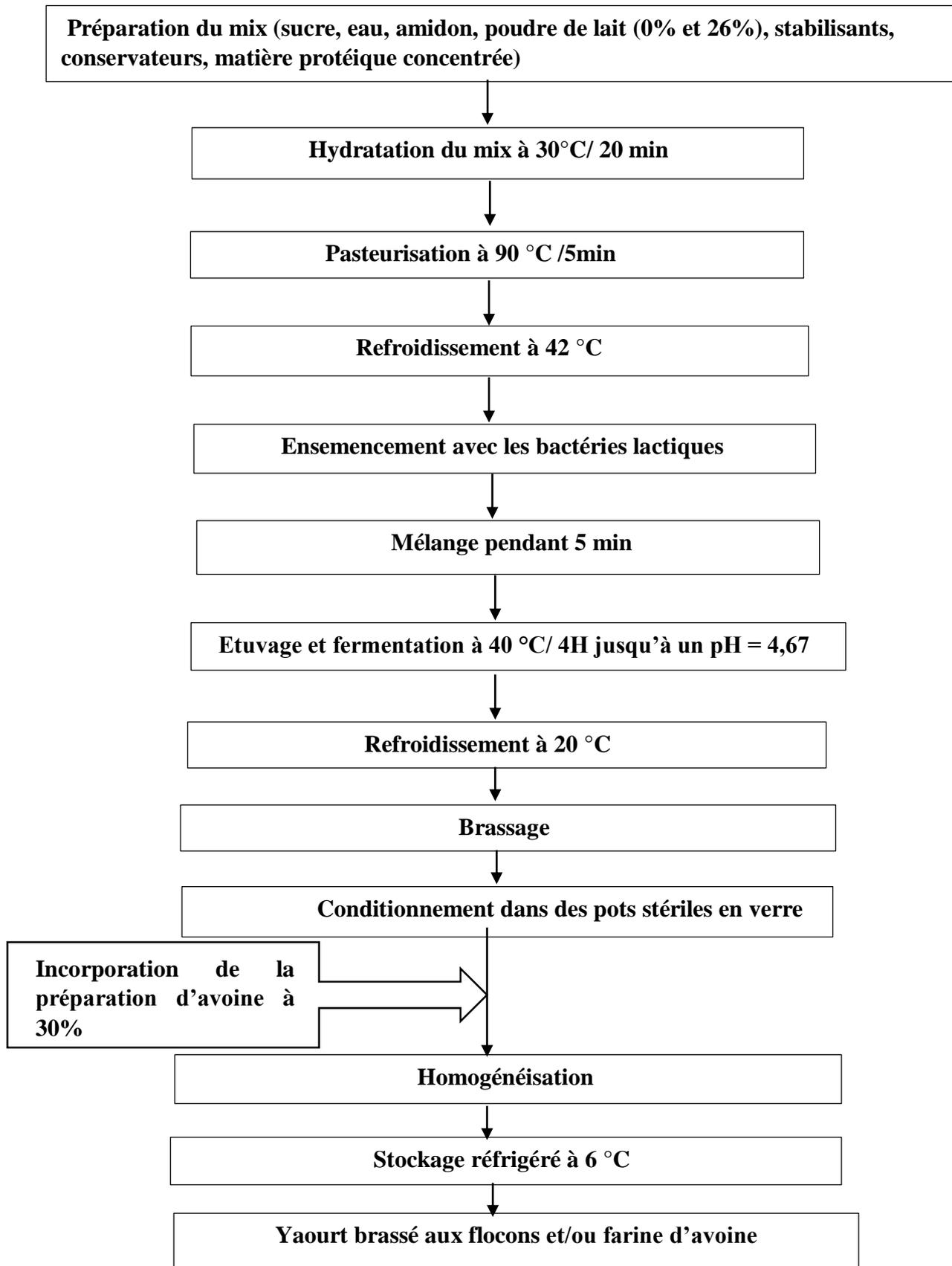


Figure 7: Diagramme de fabrication du yaourt brassé à base de flocons et/ou de farine d'avoine

## 2.3. Analyses physico-chimiques

### 2.3.1. Mesure du pH

#### ➤ Principe

C'est la détermination en unité de pH de la différence du potentiel existant entre deux électrodes plongées dans le produit, objet de la mesure (**Norme AFNOR V 05-108**).

#### ➤ Mode opératoire

- Immerger la sonde de l'électrode du pH-mètre dans le pot contenant le yaourt.
- La valeur du pH s'affiche directement sur l'écran de l'appareil.

### 2.3.2. Mesure de l'acidité titrable

L'acidité titrable correspond à la quantité d'acide lactique contenue dans le yaourt.

#### ➤ Principe

Le titrage de l'acidité se fait par la soude N/9 en présence de l'indicateur coloré phénolphtaléine. Elle est déterminée à partir d'un titrage acido-basique en utilisant une solution basique (**NF V 04-385, 1971**).

Elle est exprimée conventionnellement en degré DORNIC.

1°D correspond à 0.1g d'acide lactique par litre de lait (**AFNOR 1986**).

#### ➤ Mode opératoire

- Peser 10 g de yaourt dans un erlenmeyer à l'aide d'une balance.
- Prélever 10 ml d'eau distillée dans l'erlenmeyer.
- Ajouter 3 gouttes de l'indicateur coloré Phénolphtaléine (PhPh).
- Titrer avec NaOH 0,1 N jusqu'à virage d'une couleur rose pâle, correspondant à la zone d'équivalence.
- Noter la chute de la burette.
- Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) et elle est calculée ensuite

$$\text{Acidité} = V \times 0,9 \times 10 \text{ } ^\circ\text{D}$$

Où :

**V** : Volume de la chute de burette (ml).

**1°D** = 0,1g d'acide lactique.

### **2.3.3. Détermination de l'extrait sec total**

#### ➤ **Principe**

La matière sèche est la fraction massique des substances restantes après dessiccation complète de l'échantillon. Elle est exprimée en pourcentage ou en g/l (**Nongonierma et al, 2006**).

#### ➤ **Mode opératoire**

- Peser 2g du yaourt dans une coupelle en aluminium.
- Mettre la coupelle sur le dessiccateur.
- Etaler le yaourt sur toute la surface de la coupelle.
- Fermer le dessiccateur, l'appareil s'arrête automatiquement le résultat s'affiche sur l'écran de ce dernier.

### **2.3.4. Mesure du Brix**

Le degré Brix est la mesure de la matière sèche soluble. Afin de déterminer le taux de sucre exprimé en pourcentage, d'un produit alimentaire, on utilise un appareil spécifique à cette mesure qui est le réfractomètre.

Il se pourrait que le degré Brix peut dépendre fortement de la température qui influence sur l'indice de réfraction (**Dongare, 2015**).

#### ➤ **Mode opératoire**

- Mettre quelques gouttes du yaourt sur le réfractomètre.
- La valeur est affichée sur l'écran.

### **2.3.5. Mesure de la teneur en matière grasse**

#### ➤ **Principe**

Dans un butyromètre, l'addition de l'acide sulfurique provoque une dissolution des protéines, la centrifugation entraîne la séparation de la matière grasse du yaourt, grâce à l'addition d'une quantité d'alcool iso-amylque.

Le taux de matière grasse est directement obtenu par la lecture sur l'échelle du butyromètre (**JORA, 2016**).

➤ **Mode opératoire**

- Mesurer 10 ml d'acide sulfurique 1,82N à introduire dans un butyromètre.
- Prélever par pipetage 11 ml du yaourt, et le verser sur les bords.
- Ajouter 1ml d'alcool iso amylique.
- Boucher avec soin le butyromètre, puis l'agiter avec précaution.
- Procéder au retournement et attendre que l'ampoule terminale soit complètement vidée, après plusieurs retournements successifs, l'agitation est suffisante et le mélange est homogène.
- Mettre dans la centrifugeuse pendant 10 min.
- À la sortie de la centrifugeuse, s'il y a lieu le réglage du bouchon pour que la phase liquide se place exactement dans l'échelle graduée.
- Lire la teneur sur le butyromètre gradué.

**2.4. Analyses microbiologiques**

Selon le journal officiel de la république algérienne N° 35 du 27 mai 1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, ces analyses microbiologiques consistent à rechercher et dénombrer, par inoculation en milieu liquide les germes suivants ; les entérobactéries, les *Staphylococcus aureus*, et les levures et moisissures, présentés dans le tableau V :

**Tableau V:** Les différents germes recherchés.

Germes recherchés	Milieu de culture	T°C et temps d'incubation	Techniques d'ensemencement	Apparition
Entérobactéries	VRBG	37°C/24h	En masse	Colonies roses
<i>Staphylococcus aureus</i>	Baird Parker	37°C/48h	En surface	Colonies noires avec anneaux clairs
- Levures - Moisissures	Sabouraud Chloramphénicol	25°C/5jours	En masse	-Colonies de formes convexes ou plates. -Colonies pigmentées à aspects veloutés.

**2.4.1. Dénombrement des entérobactéries**

Le dénombrement des Entérobactéries à gram négatif (-) se réalise sur un milieu glucosé inhibant la croissance des bactéries Gram+ et de la plupart des autres bactéries Gram -

Le milieu le plus utilisé pour l'analyse alimentaire est la gélose glucosée bilée au cristal violet et au rouge neutre (VRBG). Après 24 heures d'incubation à 37°C, le comptage des colonies rouges, d'au moins 0.5mm de diamètre, donne le nombre d'Entérobactéries (UFC) (Guiraud, 2003).

➤ **Mode opératoire**

- Préparer une boîte de Pétri stérile.
- Introduire aseptiquement 1ml de la solution mère à analyser dans la boîte de Pétri.
- Ajouter 15 ml de la gélose VRBG.
- Après solidification ajouter une deuxième couche afin de favoriser l'anaérobiose
- Recouvrir la boîte.
- Préparation d'un témoin de gélose VRBG.
- Incubation à 37°C pendant 24h.

➤ **Lecture**

Les colonies des Entérobactéries apparaissent roses.

**2.4.2. Dénombrement des *Staphylococcus aureus* (Norme internationale : ISO 6888-1, 1999)**

*Staphylococcus aureus* appartiennent à la famille des Micrococcaceae. Ce sont des Cocci à Gram positif, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, immobiles, halophiles se divisent en plusieurs plans en formant des amas irréguliers, coagulase, protéase et catalase positives. Ce sont des germes pathogènes, toxinogènes que l'on trouve particulièrement dans le pus, le germe n'est pas thermostable, mais sa toxine l'est (Bourgois et al., 1996).

➤ **Mode opératoire**

- Préparer une boîte de Pétri stérile.
- Introduire aseptiquement 0,1ml de la solution mère à analyser dans la boîte de Pétri.
- Ajouter 15 ml de la gélose Baird Parker.
- Recouvrir la boîte.
- Préparation d'un témoin de gélose Baird Parker.
- Incubation à 37°C pendant 48h.

➤ **Lecture**

Sur le milieu Baird Parker, les colonies *de Staphylococcus* apparaissent souvent noires, convexes, brillantes, de diamètre compris entre 0,5 à 2 mm entourées d'un halo clair due à l'hydrolyse des protéines de l'œuf, après une incubation de 48h à 37°C (**Joffin et Leyral., 2006**).

### **2.4.3. Dénombrement des levures et moisissures**

Ces microorganismes sont souvent isolés et dénombrés sur des milieux acidifiés. Le pH bas de ces milieux n'inhibe pas toutes les bactéries et il peut même inhiber certaines levures ou moisissures. Certains milieux contiennent des antibiotiques ou d'autres agents antibactériens OGA (**JORA, 2016**).

#### ➤ **Mode opératoire**

- Préparer une boîte de Pétri stérile.
- Introduire aseptiquement 1ml de la solution mère à analyser dans la boîte de Pétri.
- Ajouter 15 ml de la gélose Sabouraud Chloramphénicol.
- Recouvrir la boîte.
- Préparation d'un témoin de gélose Sabouraud Chloramphénicol.
- Incubation à 25°C pendant 5 jours

#### ➤ **Lecture**

- Les levures : Aspect souvent identique aux bactéries, elles peuvent avoir des bords réguliers ou irrégulier, des formes convexes ou plates, sont pigmentées souvent opaques et elles ont une odeur caractéristique.
- Les moisissures : Colonies toujours pigmentées, à aspect velouté ou moins proéminent.

## IV. Résultats et discussion

### 1. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques d'un produit sont réalisées afin de garantir les caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques de ce dernier.

#### 1.1. Mesure du pH et de l'acidité titrable

Les résultats obtenus pour l'analyse du pH et de l'acidité titrable de nos trois échantillons sont illustrés dans le tableau VI:

**Tableau VI:** Variation du pH et de l'acidité titrable des trois produits élaborés.

Détermination		Masse blanche	Yaourt aux flocons	Yaourt à la farine	Norme	Référence
pH	J+1	4,61	4,62	4,61	4-4,6	J.O.R.A 2001
pH	J+7	4,50	4,51	4,60	4-4,6	J.O.R.A 2001
Acidité	J+1	117°D	115,2°D	116,6°D	85-100	J.O.R.A. 2001
Acidité	J+7	118,8°D	117°D	116,1°D	85-100	J.O.R.A. 2001

Les résultats obtenus montrent que le pH des trois échantillons (masse blanche, yaourt aux flocons d'avoine, et yaourt à la farine d'avoine), sont conformes aux normes.

L'évaluation de ce paramètre au cours de la conservation est très importante parce qu'il nous renseigne sur l'état de fraîcheur du yaourt. Un pH acide empêche le développement des microorganismes dans le produit fini (**Vahedi et al., 2008**).

Le pH des produits élaborés diminue à J+7, cette diminution est expliquée par initiation de l'activité acidifiante des deux bactéries du yaourt (transformation de lactose en acide lactique qui aboutit à la diminution du pH), et l'activité protéolytique des *Lactobacillus bulgaricus* qui libèrent des acides aminés pouvant influencer le pH.

Les résultats de l'acidité titrable sont légèrement supérieurs à la norme du (**JORA, 2001**), cela peut être expliqué par l'activité acidifiante des ferments lactiques.

L'acidité titrable nous renseigne sur la quantité de l'acide organique présente dans l'échantillon (**Ferhoum, 2010**).

Ainsi étant donné que la préparation d'avoine contient parmi ces ingrédients l'acide lactique, cela pourra avoir une incidence sur l'acidité du produit.

Le phénomène d'acidification est dû principalement à la dégradation du lactose en acide lactique et aussi de l'activité protéolytique et lipolytique des ferments lactiques qui à

leurs tours libèrent des acides aminés et des acides gras, aboutissant à la diminution du pH, selon **Mahaut et al., (2000)**.

**Tableau VII:** Résultats de la variation de l'extrait sec, de la matière grasse et du Brix des trois produits élaborés.

Détermination	Masse blanche	Yaourt aux flocons	Yaourt à la farine
Extrait sec total	26,57%	28,63%	27,57%
Matière grasse	2,5%	2,5%	2,5%
Brix	21,1%	22%	22%

### 1.2.Extrait sec total

D'après les résultats illustrés dans le tableau VII, le taux d'extrait sec total du produit enrichi (28,63% pour le yaourt aux flocons 27,57% pour celui à la farine) est supérieur à celui de la masse blanche (26,57). Cette variation est due à l'ajout des flocons et de la farine d'avoine, ou/et encore du sucre.

L'extrait sec représente la fraction des solides contenant les différents éléments responsables à la fois des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles des produits enrichis. L'extrait sec total diffère d'un yaourt à un autre.

### 1.3. Matière grasse

Le taux de matière grasse de nos trois yaourts élaborés est de 2,5%, de ce fait nous constatons qu'ils sont classés parmi les yaourts partiellement écrémés dont la teneur en matière grasse est comprise entre 0,5 et 3% selon **Luquet et Corrieu (2005)**.

La teneur en matière grasse contenue dans la masse blanche et le yaourt élaboré reste la même (avant et après l'incorporation des flocons d'avoine et/ou de la farine d'avoine), ce qui montre que l'avoine possède une faible teneur en matière grasse.

D'après **Lubin (1995)**, la teneur en matière grasse est variable. Elle diffère généralement selon la catégorie du yaourt et la nature de la matière première utilisée.

### 1.4. Degré Brix

Le Brix est la mesure du solide soluble dans un produit alimentaire. La teneur en sucre du yaourt est mesurée en Brix. L'ajout de fruits augmente la teneur en glucides d'un yaourt (Gomez et al., 2002 ; Amal et al., 2016).

Les yaourts aux flocons et à la farine d'avoine possèdent une valeur Brix plus élevée que la masse blanche. Le mélange utilisé pour enrichir le yaourt avait une valeur Brix de 35,3% pour la préparation aux flocons d'avoine et de 44,6% pour la préparation à la farine d'avoine.

## 2. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont pour but d'assurer que les yaourts préparés présentent une qualité hygiénique et commerciale adéquate. Les résultats sont présentés dans le tableau VIII.

**Tableau VIII:** Résultats du dénombrement des germes recherchés.

Détermination	Masse blanche	Yaourt au flocon	Yaourt à la farine	Norme	Reference
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs	Abs	Abs	<10	J.O.R.A 1998
Entérobactéries	Abs	Abs	Abs	<10	JORA 2017
Levures et moisissures	Abs	Abs	Abs	Abs/<10 <sup>2</sup>	ISO 7954

### 2.1. *Staphylococcus aureus*

D'après les résultats illustrés dans le tableau, on remarque l'absence totale de *Staphylococcus aureus*, l'absence de ces germes après pasteurisation reflète l'efficacité du traitement thermique appliqué (95C°/ 5min), en effet la pasteurisation détruit plus de 1/3 des germes totaux par leurs thermo-sensibilité à une température allant de 60 à 70 °C (Vignola, 2002).

La recherche des Staphylocoques s'effectue pour l'évaluation de la qualité sanitaire des produits alimentaires, plus particulièrement les produits laitiers, la présence de cette espèce peut provoquer des intoxications alimentaires. Ces germes sont inhibés par un pH acide. Ils peuvent être éliminés lors de la fermentation (Vignola, 2002 ; Guiraud, 2003).

Les *staphylococcus aureus* dans un produit, pourra s'accompagner de la production d'entérotoxines. S'il s'agit d'un produit qui pourra être cuit, seules les bactéries pourront être éliminées, l'entérotoxine restera active et pourra être la cause des intoxications, cela signifie qu'une absence de *S.aureus* est insuffisante pour s'assurer de l'absence du danger. Donc ce

n'est pas l'ingestion de cette bactérie qui est la cause de la toxi-infection alimentaire, mais plutôt les entérotoxines produites par ces souches qui se multiplient dans les aliments déclenchant les symptômes (**Pascal, 2010**).

## **2.2. Entérobactéries**

D'après les résultats illustrés dans le tableau, nous constatons que nos yaourts élaborés sont dépourvus d'entérobactéries, et cela montre qu'ils ne présentent aucune contamination fécale, et que les bonnes pratiques d'hygiène sont bien respectées, donc ils sont conformes aux normes, dont est mentionné que la présence d'entérobactéries est tolérée seulement si c'est inférieur à 10 UFC/g.

La recherche des entérobactéries et des coliformes est actuellement effectuée dans les aliments transformés. Elles permettent de mettre en évidence l'insuffisance du processus ou des mauvaises conditions de fabrication (**JORA, 2016**).

Ces bactéries sont sensibles à la chaleur, donc ce sont un bon témoin de l'efficacité du traitement thermique et/ou d'une recontamination. De plus, elles sont en elles-mêmes un facteur de mauvaise conservation ou d'accident de fabrication (**Guiraud, 1998**).

La présence de ces bactéries plus précisément les coliformes constituent des indicateurs fécaux de première importance.

Ainsi nous avons le dénombrement des coliformes fécaux, qui est lié au dénombrement des *E. Coli*, l'espèce bactérienne appartenant aux entérobactéries, qui est un indicateur de contamination fécale qui provoque la diarrhée. Sa présence est généralement associée à la contamination des produits alimentaires, soit lors de la préparation du repas (un manque d'hygiène du personnel), soit lors de la fabrication en usine (mauvaise condition de fabrication, de transport et de stockage) (**Rodier *al.*, 1996 ; Brisabois *et al.*, 1997**).

## **2.3. Levures et moisissures**

Les résultats illustrés dans le tableau ont montré l'absence totale de levures et moisissures dans tous les produits élaborés.

Le dénombrement de cette flore permet d'estimer l'efficacité du traitement thermique appliqué et l'état de conservation de l'aliment (**Guiraud, 1998**).

Les levures et moisissures, selon **Guiraud (2003)**, provoquent des changements de la qualité organoleptique du produit, gonflement, mauvaise présentation et la diminution de la durée de conservation des produits.

Les levures et moisissures sont des agents importants de détérioration des aliments acides ou à faible activité en eau. Les mycotoxines qu'ils excrètent, présentes dans les aliments, inspirent des préoccupations croissantes.

L'absence totale des germes pathogènes ainsi que des germes de contamination pourrait être expliquée par l'efficacité du traitement thermique utilisé, un système de nettoyage bien approprié, conditions de travail aseptiques, et aussi l'utilisation d'un emballage en verre thermoformé à une température de stérilisation qui permet l'élimination de toute forme pathogène. Cela montre que nos produits sont conformes aux normes du **JORA (1998)**.

## Conclusion

L'avoine est considérée comme " Super-aliment ", comestible et bénéfique grâce à son utilisation nutritionnelle et pharmaceutique, et qui est reconnu comme étant utile pour un large éventail de fins bénéfiques, liée à ses fortes teneurs en fibre alimentaire.

L'objectif de ce présent travail est l'élaboration d'un yaourt brassé enrichi en flocons et/ou farine d'avoine. Pour cela, nous avons effectué un stage au niveau du laboratoire ADA à Akbou et les analyses ont été effectuées au niveau de la SARL Ramdy.

Pour l'élaboration de ce yaourt, une série d'essais a été effectuée au niveau du laboratoire, tout en respectant les méthodes d'analyses et les étapes de fabrication du yaourt. Ce dernier se caractérise par :

- Un pH acide (4,62 pour le celui incorporé de flocons et 4,61 pour celui incorporé de farine d'avoine).
- Une acidité (115,2 °D pour celui au flocons et 116,1°D pour celui a la farine d'avoine).
- Un taux de Brix (22 % pour les deux types de yaourt).
- Un extrait sec total (28,63% pour celui aux flocons et 27,57% pour celui a la farine).
- Une matière grasse (2,5% pour les deux types de yaourts).

Du point de vue microbiologique, nous avons constaté l'absence totale des germes pathogènes, ce qui confirme que notre produit est conforme aux dispositions de la réglementation générale et qu'il est considéré comme produit de bonne qualité.

Il aurait été souhaitable de continuer notre travail, par le suivi des analyses de nos yaourts jusqu'à la DLC ; le suivi du pH, de l'acidité titrable, du taux de matière grasse, de l'extrait sec aussi du taux de Brix, et de la viscosité, ainsi que de vérifier la viabilité des bactéries lactiques avant et après la DLC, de voir s'il y'a développement des entérobactéries, *Staphylococcus aureus* ainsi que les levures et moisissures tout en examinant les caractères organoleptiques de notre produit citons le gout, la texture, le couleur...

A

- **AFNOR 1986.** Contrôle de la qualité des produits laitiers, Recueil des normes françaises.
- **Amal. A.M., Eman. A.M., and Zidan. N.S., 2016.** Fruit flavored yoghurt. Chemical functional and rheological properties. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*. 2(5), 57-66.
- **Anne. F., 2015.** Mise en évidence des sucres dans l'alimentation. Franciaoktatas. Institut français de Budapest
- **Annet. S., 2016.** Le stockage des céréales à la ferme Namur. Biowallonie. Itinéraires BIO Le magazine de tous les acteurs du bio ! Ed. resp. Philippe Grogna - Avenue Comte de Smet de Nayer 14, 5000 Namur.
- **Annie. B., 2001.** " Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soin ". Larousse. Paris.
- Anonyme 1 : Danone Nutritopics n°33 Septembre 2005
- Anonyme 2 : Mission Scientifique de Syndifrais., 1997. Yaourts, laits fermentés. *Le Lait*, INRA Editions. 77 (3), pp.321-358.
- Anonyme 3 : Dossier de presse 2014. Analyse du comportement des consommateurs en matière d'emballage et de sécurité alimentaire. Verre Avenir.
- Anonyme 4 : Fiche technique agriculture biologique, 2013.
- **Anderson. G., Harvey and Shannon. E., Moore., 2004.** Dietary Proteins in the Regulation of Food Intake and Body Weight in Humans, *The Journal of Nutrition*, 134 : 974 S-979S 07.
- **Apfelbaim. M., Forat. C., Nillus. P., 1982.** Diététique et nutrition. Ed.Musson, Paris.

B

- **Basim. A., Hazim. M., and Ammar.E., 2004.** Rheology of starch-milk-sugar systems ;effect of starch concentration sugar type and milk fat content. *Journal of food engineering*, 64,pp 207-212).
- **Béal. C., et Sodini. I., 2003.** Fabrication des yaourts et des laits fermentés un technique d'ingénieur. *Traité agroalimentaire*. Paris. F6315.17p.
- **Béal. C., et Sodini. I., 2012.** Fabrication des yaourts et des laits fermentés, *Techniques de l'Ingénieur f6315*, Paris-France, 16 p.
- **Bergamairer. D.,2002.** Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *lb. rhamnosusrw 9595m* d'un milieu à base de perméat de lactosérum. Thèse doctorat, université de Laval, Canada. Pp149.
- **Bénédictte. H., 2016.** Transformation des céréales. Biowallonie. Itinéraires BIO Le magazine de tous les acteurs du bio ! Ed. resp. Philippe Grogna - Avenue Comte de Smet de Nayer 14, 5000 Namur.
- **Bohdan. L., Luhovyy. PhD., Tina Akhavan. MSc., and G. Harvey Anderson. PhD., 2007.** Whey Proteins in the Regulation of Food Intake and Satiety. *The Journal of the American College of Nutrition*, 26 (6) : 704S-712S.
- **Bourgeois. C.M., Mescle. J. F et Zucca. J., 1996.** Microbiologie alimentaire Tome 1. Les levures. *Collection Sciences et Techniques Agroalimentaire*. Lavoisier :222-233.
- **Bourlioux. P., 2007.** Cahiers de nutrition et de diététique. Histoire des laits fermentés. Volume 42. ELSEVIER. Page 9-14.

- **Bourlioux.P , Véronique. B., Denis. D. M., 2001.** Yaourt et autres laits fermentés. Yoghurts and other fermented milks. Cahier de nutrition et de diététique. P 305-314.
- **Bourlioux. P., et al., 2011.** Yaourts et autres laits fermentés. Ed Elsevier MASSON.France P306.
- **Bremness. L., 1999.** Les plantes aromatiques et médicinales (le guide visuel de plus de 700 espèce végétales à travers le monde). Page : 37-90,119-288.
- **Brisabois A., Lafarge V., Brouillard A., de Buyser M.L., Collette C., Garin-Bastuji B. et Thorel M.F. (1997).** Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 16 (1). pp: 452-471.

C

- **Cai, S., Wang. O., Wu, W., Zhu, S., Zhou, F., Ji, B., Gao, F., Zhang,D., Liu, J. ; Cheng, Q. 2012.** Comparative Study of the the effects of solid-state Fermentation with three filamentous fungion the total phenolics content (TPC),Flavonoids and antioxidant activities of subfractions from oats (avena sativa L). J. Agric. Food Chem. 60, 507-513.
- **Chandan., Ramesh. C., White. C II., Kilara. A., Hui YH., 2006.** Manufacturing yogurt and fermented milks. USA : Blackwell publishing. 359 p.
- **Carole et Vignola I., 2002.** Science et technologie du lait. Ecole polytechnique de Monreale.
- **Carré-Mlouka. A., 2018.** Les aliments lactés fermentés. Muséum national d'Histoire naturelle – Dired.
- **Catherine. B., 2014.** La fermentation lactique : des fonctionnalités multiples, pour les produits fermentés. Département Sciences et Procédés Alimentaires et Biologiques. Agro Paris Tech.
- **Cayot. P., Lorient. D., 1998.** La micelle de caséine. In structures et technofonctions des protéines.
- **Chehat. F., 2007.,** Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie . Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger : 7-9.
- **Chen. G. Q., 2010.** Plastics from bacteria « Naturel functions and applications », Springer, Microbiology. Monographs. Vol 14, Münster, Germany, 450p.
- **Christine. R., 2017.** Transformer les produits laitiers frais à la ferme. 3<sup>eme</sup> Ed : egucadri, France. P 125. Pp 44, 46.
- **Clemens. R., Van klinken. B.J., 2014.** The futur of oats in the food and health continuum.Br.J. Nutr.112, S75-S79.
- **Codex Stan 243-2003.**
- **Coffman, F. A., 1977.** Oat history, identification and classification. Technical Bulletin No 1516. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington D.C., United States. 356 pp.
- **Courtin. P and Rul. F., 2004.** Interactions between microorganisms in a simple ecosystem: yogurt bacteria as a study model, Lait, 84:125– 134.

D

- **Djamel. B., 2016.** Algérie : production de flocons d'avoine. Collection Brochures Agronomiques.Algérie. 13p.

- **Djermoun., A., 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Hassiba Benbouali University of Chlef.
- **Dongare. M.L., Buchade A.D., 2015.** Refractive Index based Optical Brix Measurement Technique with Equilateral Angle Prism for Sugar and Allied Industries. International Journal for Light and Electron Optics. Pune - India; 05-137.
- **Dong,J. et al., 2011.** Hypoglycaemic effects and inhibitory effect on intestinal disaccharidases of oat beta-glucan in streptozotocin-induced diabetic mice.Food Chem.129, 1066-1071.
- **Driessen. F.M., 1981.** Protocooperation of yogurt bacteria in continuous culture In: Mixed Cultures Fermentation. M.E. Buchell, J.H.Slater (Eds.). Academic Press. New York. Pp.99- 120.
- **Driessen. F.M. & Kingma. F., 1982.** Standhouders J. Hol yoghurt bacterien alkaar helpen grocien, Zuivelicht , 74, 176- 178.
- **Gemrcn., 2009.** Le groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition, approuvée décision n° 2009-03 du 30 juillet 2009 du comité exécutif de l'OEAP. Spécification technique de l'achat public. Laits et produits laitiers n° B3-5-82 du 15 juin 1982 applicables aux yaourts (ou yoghourt).

F

- **FAOSTAT., 2009.** Food and Agriculture Organization of United Nations. <http://faostat.fao.org> or <http://www.fao.org/economic/the-statistics-divisioness/publication-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2009/en>.
- **Favier. J.C., 1991.** Composition du yaourt. Aliments. PP 373 – 379. Pp 377.
- **Feillet., 2000.** La graine de blé composition et utilisation. INRA. Paris.
- **Ferhoum,F., 2010.** Analyses physico chimiques de la propolis locale selon les étages bioclimatiques et les deux races d'abeille locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*). Thèse de magister en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara. Boumerdès. 122 p.
- **Foss. J. W., 2002.** How processing affects Starch Selection for yoghurt. Bridgewater, NJ : National starch and chemical company.

G

- **Gibbs Russell. G. E., Watson, L., Koekemoer, M., Smook, L., Barker, N. P., Anderson, H. M., and Dallwitz, M. J., 1990.** Grasses of Southern Africa: An Identification Manual with Keys, Descriptions, Distributions, Classification and Automated Identification and Information Retrieval from Computerized Data. Memoirs of the Botanical Survey of South Africa No 58. National Botanic Gardens/Botanical Research Institute, Pretoria, South Africa. pp. 437.
- **Giroux. J., 1937.** L'épuration du lait dans l'industrie laitière. Nécessité de la filtration ou de l'épuration centrifuge. Avantages et inconvénients. P 354-365.
- **Gomez. M., Laiolo,F., and Cordenunsi. B., 2002.** Evolution of Soluble Sugars During Ripening of PApaya Fruit and its Relation to sweet taste, 67(1), 442- 447.
- **Gosta. B., 1995.** Produits laitiers de culture. Manuel de transformation du lait. Edition : Téta pack processing systems AB. Suède 417p.
- **Guiraud. J., 2003.** Microbiologie du lait. In « microbiologie des principaux produits alimentaires ». Ed : DUNOD, Paris, p 136-138.
- **Guiraud. J., 1998.** Microbiologie Alimentaire, Edition Dunod, Paris 652P.
- **Gurr, M. I., Marshall, V. M. and Fuller, R. 1984.** In Fermented Milks, pp. 54–59. Brussels: IDF (*International Dairy Federation Bulletin* no. 179).

J

- **Jaouen. J., 1986.** Composition du lait de chèvre et de nombreux facteurs.153p.
- **JORA N°35., 1998.** Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers. Arrêté interministériel du 24 février modifiant et complétant l'arrêté de 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
- **Journal officiel de la république algérienne N° 35 du 27 mai 1998** relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
- **JORA., 2001.** « Bulletin officiel n°4862 du 9 chaoual 1421 (4 janvier 2001).Décret n° 2-00-425 du 10 ramadan 1421 (7 décembre 2000) relatif au contrôle de la production et de la commercialisation du lait et produits laitiers ».
- **JORA., 2016.** Arrêté interministériel du 16 jourmada ethania 1419 correspondant au 7 octobre 1998 relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leurs mises à la consommation. Journal of Biological Macromolecules - Algerie: p 22; 29(2), 115-125.
- **Journal officiel n° 38 du 17 Juillet 2017,** relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
- **Joffin. J.N., Leyral. G., 2006.** Microbiologie Technique Tome I. Dictionnaire des techniques. CRDP AQUITAINE. Bordeaux. 189-250.

L

- **Lecocq. E., Pauwels. J., 2017.** Bactéries indispensables à la vie le yaourt : un probiotique miracle.
- **Leksir. Ch., 2012.** Caractérisation et contrôle de la qualité de ferments lactiques utilisés dans l'industrie laitière algérienne, Magister : Sciences Alimentaires, Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires, Université Mentouri de Constantine. P 05,07, 20-23.
- **Leroy. F., et De Vuyst. L., 2004.** Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends Food Science and Technology, 15 :67-78.
- **Lubin. D., 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture ;155.
- **Luquet. F.M. Corrieu. G., 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Lavoisier. P 1-69.

M

- **Mahaut. M., Romain. J., Brûlé. G et Schuck. P, 2000.** Les produits industriels laitiers. Ed Tec et Doc - Lavoisier. Paris. P 192.Marty-Teyssset C., De La Torre F. Garel J.R.2000. Increased production of hydrogen peroxyde by lactobacillus delbrukiisspbulgaricus upon aeration: involvement. Applied and EnvironmrntalMicrobiology, 66 (1), 262-267.
- **Melissa. A.F., Éliane. P.D., Noémie. D., André. M., 2017.** Yaourt et santé : revue des données récentes. Yogurt and health: overview of recent of recent data. Cahiers de nutrition et de diététique.Vol 52.P48-57.P55.
- **Michel. L., 2002.** Chapitre 8 : Produits laitiers fermentés. P 443-469.
- **Michel M., Romain J., Gérard B., Pierre S., 2000.** Les produits industriels laitiers. Ed : TEC & DOC. London-Paris-New York. P 178, 9,10.
- **Moule C., 1997.** Phytotechnie spéciale. Céréales.Tome II. La maison rustique-Paris.

- **Mouss M., 1997.** Techniques de l'ingénieur, dossier A9785. « Emballage en verre, le verre emballage primaire et propriétés fonctionnelles ».
- **Multon J-L., Bureau G., et al. 1998.** L'emballage des denrées alimentaires de grande consommation. 2<sup>e</sup> édition, édition technique et documentation.

N

- **Nagai T., Makino S., Ikegami S., Itoh, H., Yamada H., 2011.** Effects of oral administration of yogurt fermented with *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* OLL1073R-1 and its exopolysaccharides against influenza virus infection in mice. *International Immunopharmacology*. P 11, 2246-2250.
- **Nakasaki K., Yanagisawa M., Kobayashi K., 2008.** Microbiological quality of fermented milk produced by repeated-batch culture. *Journal of Bioscience and bioengineering*, 105(1) : 73, 76.
- **Ngounou C., Ndjouenkeu R., Mbofung F., et Noubi I., 2003.** Mise en évidence de la biodisponibilité de calcium et du magnésium au cours de la fermentation du lait par des bactéries lactiques isolées du lait caillé du Zébu. *Journal of Food Engineering*. P 57, 301-307.
- **Nihed. B.H., Rania. B.S., Bassem. K., Imen. F and Slim. A., 2015.** Oat (*Avena Sativa* L.) : Oil and Nutriment Compounds Valorization for Potential Use in Industrial Applications. *J. Oleo. Sci.*
- **Noblet B., 2012.** Le lait : produits, composition et consommation en France. *Cah Nuty Diétitique*. nov ; 47 (5) :242-9.
- **Nongonierma A.B., Springett M., Le Quéré J.L, Cayot P. et Voilley A., 2006.** Flavour release at gas/matrix interfases of stirres yoghurt models Dairy Jouenal ; Dijon-France. P 16, 1
- **Norme Algérienne : NA N°10.96.14 : Méthode détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage.** Arrêté du 17 Octobre 2013 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage (JO N°67 /2014).

O

- **Ouknider M., Jacquard P., 1989.** Variabilité des phénomènes d'interférence entre *Vicia sativa* L. et *Avena sativa* L. I. Dynamique de croissance de la vesce dans un peuplement associé de vesce-avoine. *Agronomie, EDP Sciences*, 1989, 9 (4), p 391-400.

P

- **Pascal. G., 2010.** *Staphylococcus aureus*. Etat des lieux dans la filière porcine. Rapport d'étude.
- **Pougeon. S., 2001.** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie. Thèse de doctorat vétérinaire présentée à l'Université PaulSabatier. Ecole vétérinaire de Toulouse. P 102
- **Pougheon. S., et Goursaud. J., 2001.** Le lait : caractéristiques physicochimiques In DEBRY G. lait : nutrition et santé. Tec et Doc. Paris. 6 :566p.

R

- **Radke-Michell L. and Sandine W.E., 1984.** Associative growth and differential enumeration of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* : à review, *Journal of Food Protection*. P 12, 383- 391.
- **Radke-Michell L., and Sandine W.E., 1986.** Influence of temperature on associative growth of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*, *Journal of Dairy Sciences*. P 69, 2558- 2568. Raton LA, USA : CRC Press : 1-16.
- **Randoin L., Causeret.J ., 1956.** Teneur du yoghourt en quelques vitamines. *Le lait*, P 36, 129-137.
- **Rajinder et al., 2013.** Avena sativa (Oat), A Potential Nutraceutical and Therapeutic Agent : An Overview. Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Garyounis University, Benghazi, Libya. Ed, Taylor and Francis. P127.
- **Rajinder Singh, Subrata De and Asma Belkheir., 2013.** Avena sativa (Oat), A Potential Nutraceutical and Therapeutic Agent : An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53 :2, 126-144.
- **Randoin L., Causeret J., 1956.** Le lait. Teneur du yoghourt en quelques vitamines. 36, 129-137.
- **Rasic J, Curcic R, Stojsavljevic T, Obradovic B., 1971.** A study on the amino acids of yoghurt. *Milchwissenschaft*. P 26, 496-499.
- Requena. J., 1998. Technique de l'ingénieur, dossier A9750, « Choix de l'emballage, les matériaux, les contraintes, le verre ».
- **Rodier J., Bazin, C., Brontin, J. P., Chambon,P., Champsaur H., Rodier L., 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. DUNOD, 8eme édition, Paris. P 1135.
- **Roissart. H., Luquet F.M., 1994.** Bactéries lactiques. Ed ; Lorica SaintGeorges. P 147.
- **Romain J., Thomas C., Michel M., Pierre. S., Gérard B., 2008.** Les produits laitiers. 2<sup>ème</sup> Ed : Lavoisier. Paris. P178. Pp 26,30,31,32,33.
- **Rose D., J., 2014.** Impact of whole grains on the gut microbiota : the next frontier for oats ? *Br.J.Nutr.* P 112, S44-S49 (2014).

## S

- **Savadogo A., Alfred S., 2011.** La flore microbienne et les propriétés fonctionnelles des yaourts et laits fermentés. *Traore. Int. J. Biol. Chem. Sci- Ouagadougou, Burkina Faso...* 5(5) : 2057-2075.
- **Serra. M., Trujillo. A.J., Guamis B., Ferragut. V., 2009.** Evaluation of physical proprieties duringastorage of set and stirred yoghurts made from ultra-high pressure homogenization-treated milk. *Food hydrocolloids*, 23 : 82-91.
- **Sirodot g-e., 2016.** L'avoine, description, classification, Etude du grain des variétés Françaises et Etrangères, culture.
- **Sodini I., Beal C., 2012.** Fabrication des yaourts et laits fermentés. *Techniques de l'Ingénieur (F 6315)*. Paris- France : P16.
- **Suttie J.M., 2004.** Grassland and pasture crops: Avena sativa L. [Internet] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/Data/pf000466.htm>. Visited December, 2009.

## T

- **Tamime, A.Y., Deeth, H.C., 1980.** Yogurth: technology and biochemistry. *Journal of Food protection*, 43, 12, 939-977.

- **Tamime, A.Y & Robinson, R.K., 1985.** Background to manufacturing practice. I, Yoghurt. Science and Technology. Pergamon Press. Paris, 7-90.
- **Tamime A.Y., Robinson R.K., 2003.** Yogurt: Science and technology, CRC Press, New York, p. 661.
- **Tamime. A.Y., et Robinson. R.K., 1999.** Yoghurt: Science and technology. 2e édition, CRC Press, Boca Raton, FL.
- **Tammam J.D., Williams A.G., Noble J. & Lloyd D., 2000.** Amino acid fermentation in non-starter Lactobacillus ssp. isolated from Cheddar cheese, Letters in Applied Microbiology, 30,370-374.
- Tela botanica réseaux. Avena sativa L. Projet de numérisation de la flore de L'Abbé Coste. 2011
- **Thies F., Masson L.F., Boffetta P., Kris etherton P., 2014.** Oats and boweldisease : a systematic literature review. Br.J. Nutr. 112, S31-S43.
- **Thongou P., Pavadhgul P., Bumrugpert A., Satitvipaween.P., Harjani Y., Kurilich A., 2013.** Effect of oat consumption on lipid profiles in hypercholesterolemic adults. J.med.Assoc. Thai. 96, S25-S32.
- **Tong, L., et al., 2014.** Oat oil lowers the plasma and liver cholesterol concentrations by promoting the excretion of faecal lipids in hypercholesterolemic rats. Food Chem. P 142, 129-134.

V

- **Vahdi N., Mazaheri M., Tehrani., Shahidi F., 2008.** Optimizing of Fruit Youghurt Formulation and Evaluating Its Quality During Storage American-Eurasian. J. Agric & Environ-Iran. P 922-927.
- **Veisseyre.R., 1979.** Technologie du lait. 3ème édition, Paris, La maison rustique. P 714.
- **Vignola C.L., 2002.** Science et technologie du lait, transformation du lait. Fondation et technologie du Québec. P 600.
- **Veisseyre R., 1975.** Technologie du lait. 3ème édition, Paris, La maison rustique. P 714.
- **Vilain A-C., 2010.** Qu'est-ce que le lait ? Rev Fr Allergo. ELSEVIER. 50(3) : 124-7.

W

- **Wang H.C., et al 2011.** Inhibitory effect of whole oat on aberrant crypt foci formation and colon tumor growth in ICR and BALB/c mice. J. Cereal Sci. P 53, 73- 77.

Y

- **Yildiz F., 2010.** Developpement and manufacture of yougurt and other dairy products, CRC Oress Taylor & Francis Group, USA, 435p.29.

**Annexe N°01**

**Tableau I : Caractéristique du lait entier, demi-écrémé et écrémé (Noblet, 2012).**

	Teneur en lipides	Couleur du bouchon et de l'étiquette
Lait entier	3,5 %	Rouge
Lait demi-écrémé	1,5 – 1,8 %	Blanc
Lait écrémé	< 0,5%	Verte

## Annexe N°02

**Tableau II : Exemples de produits laitiers fermentés et leurs pays d'origine (INRA, 2009).**

Nom	Description	Pays présumé d'origine	Ferments impliqués
Yoghourt/ Yaourt	Produit ferme ou brassé, arôme caractéristique.	Asie, Balkans	S. thermophilus Lb. bulgaricus (+Lb. acidophilus, Bifidobacterium spp.)
Lait à l'acidophilus	Produit ferme, brassé ou liquide, faible arôme.	Etats-Unis	Lb. acidophilus
Kéfir	Boisson brassée, consistance crémeuse, arôme et gout caractéristique (CO <sub>2</sub> ).	Caucase	Lc. lactis, Lc. cremoris, Lb. kéfir, Lb. casei, Lb. acidophilus, Le
Koumis	Boisson pétillante, acide, gout rafraîchissant et arôme caractéristique.	Mongolie	Lb. bulgaricus, Lb. acidophilus, levures
Lassi	Boisson laitière aigre diluée avec de l'eau, consommée sale, épicée ou sucrée	Inde	Lactococcus spp., Lactobacillus spp., Leuconostoc spp., levures
Dahi	Produit ferme ou brassé, ou boisson liquide, saveur agréable, acide ou faiblement acide.	Inde	S. thermophilus, Lb. bulgaricus, Lc. diacétylactis, Leuconostoc spp.
Leben	Produit ferme ou brassé, gout et arôme agréable.	Moyen orient	S. thermophilus, Lb. bulgaricus, Lb. acidophilus, Lc. lactis, levures
Filmjöl	Boisson brassée, visqueuse, saveur acidulée.	Suède	Lc. lactis, Lc. cremoris, Lc. diacétylactis, Ln. cremoris
Villi	Produit brassé visqueux, acidulé et gout agréable	Finlande	Lc. lactis, Lc. cremoris, Lc. diacétylactis, Lc. dextransucrose, moisissure (Geotrichum candidum)

## Annexe N°3

Tableau III : Glossaire botanique

Annuelle (adj)	Qualifie un végétal réalisant son cycle biologique et végétatif complet dans l'année puis mourant en terme de celui-ci.
Chaume(nm)	Qualifie une tige aérienne des Poacées (graminées), le chaume est creux plus souvent sauf au niveau des neufs.
Dressée(adj)	Qualifie un élément plus ou moins perpendiculaire au sol.
Epillets (nm)	Inflorescence de base des Poacées (graminées), formée d'une ou plusieurs fleurs et de pièces stériles, les glumes et les glumelles.
Herbacée (adj)	Une plante non ligneuse dont la partie aérienne meurt après la fructification (phénomène de formation et maturation des fruits).
Inflorescence (nf)	La disposition de l'ensemble des fleurs d'un individu.
Linéaire (adj)	Qualifie une feuille ou un autre organe allongée très étroit.
Panicules (nf)	Inflorescence composée, formée d'un racème à axe latéraux ramifiés de manière indéfinie.
Graminée (nf)	Aussi nommé Poacées est une plante de la famille des angiospermes (plantes à fleurs), monocotylédones (la graine possédée un cotylédon unique).
Tige (nf)	Désigne l'axe nourricier d'une plante vasculaire, portant généralement des feuilles, et se développant au sens contraire de la racine.
Vivace (adj)	Qualifie une fleur qui vit plusieurs années, s'opposant à annuelle et perd son appareil aérien à la fin de chaque période de végétation.

**Remarque :**

**nm** : nom masculin. **nf** : nom féminin. **adj** : adjectif

Annexe N°4 :

Préparation des milieux de culture

**1. Préparation de la solution Ringer**

- Mélanger quatre sels minéraux (chlorure de potassium, chlorure de sodium, chlorure de calcium et bicarbonate de sodium) avec l'eau distillée.

- Mettre dans des flacons.

- Autoclaver à 123°C afin de garantir la stérilisation.

**2. Les milieux de culture**

- **VRBG** : La gélose glucosée biliée au cristal violet au rouge neutre est recommandée pour l'isolement des entérobactéries.
  - Mélanger (Peptone 7,00g, Chlorure de sodium 5,00g, Extrait de levure 3,00g, Rouge neutre 0,03g, Sels biliaires 1,50g, Cristal violet 0,002g, Glucose 10,00g, et Agar 13,00g) dans 11 d'eau distillée.
  - Chauffer sous agitation fréquente et laisser bouillir 1 minute pour dissoudre complètement la suspension. NE PAS SURCHAUFFER - NE PAS AUTOCLAVER.
  - Bien mélanger, laisser refroidir à 45-50°C et répartir immédiatement en boîtes.
- **Baird Parker** : La gélose BP est recommandée pour l'isolement des *Staphylococcus aureus*.
  - Dans des conditions aseptiques.
  - Préparation d'un jaune d'œuf.
  - Dilution avec 35ml d'eau physiologique (afin de rendre le jaune d'œuf liquide).
- **GÉLOSE SABOURAUD CHLORAMPHÉNICOL**  
La gélose de Sabouraud au chloramphénicol est recommandée pour l'isolement des levures et des moisissures.
  - Mélanger (Peptone de caséine 5,00g, Peptone de viande 5,00g, Glucose monohydraté 40,00g, Chloramphénicol 0,50g, et Agar 15,00g) dans 1 litre d'eau distillée.
  - Porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant au moins 1 minute.
  - Répartir en tubes ou flacons.
  - Autoclaver à 115°C pendant 15 minutes.

## Annexes N°6 :

## Fiche technique des flocons d'avoine utilisés



\* CR FA 001  
\* Façon d'avoine

Fiche de spécifications techniques  
Technical specification sheet

**FLOCONS D'AVOINE**  
**OAT FLAKES**

DGF0063  
Site Riom La Gravière  
19/05/2015  
Indice: 05  
Validation SMQ  
Page 1 sur 2

**DESCRIPTION DU PRODUIT / DESCRIPTION OF THE PRODUCT**

DESCRIPTION : Flocons d'avoine issus de grains entier  
DESCRIPTION: Oat flakes issued from the entire seeds

LISTE D'INGREDIENTS : 100% flocons d'avoine  
INGREDIENTS: 100% oat flakes

UTILISATIONS RECOMMANDEES : Pains spéciaux  
RECOMMENDED USES: Special bread

**PROPRIETES PHYSICO CHIMIQUES / PHYSICAL AND CHEMICAL SPECIFICATIONS**

COULEUR / COLOUR: Flocons de couleur beige à marron clair / White to light brown flakes  
La couleur peut varier d'un lot à l'autre / The color could change according to the batches

HUMIDITE / MOISTURE: < 12,5 %

**VALEURS NUTRITIONNELLES MOYENNES POUR 100G / AVERAGE NUTRITIONAL VALUES FOR 100G**

PROTEINES (N x 6,25)	PROTEINS (N x 6,25)	12,5 %
GLUCIDES	CARBOHYDRATE	63 %
Dont sucre	Of which sugars	<1 %
FIBRES	FIBRES	9 %
LIPIDES	LIPIDS	6,5 %
Dont Acides gras saturés	Of which saturated fats	1,2 %
SODIUM		7mg / 100g
359 kcal		1519 kJ
Ces valeurs sont théoriques et sont données à titre indicatif These values are theoretical and are for information purposes.		

**CONDITIONNEMENT, PALETTISATION / PACKAGING, PALETTIZATION**

Sac papier. Palette 80 x 120. 30 sacs de 25 kg soit 750 kg par palette.  
L'emballage primaire est conforme à la réglementation UE concernant le contact alimentaire (réglementations 1935/2004/CE et 10/2011/UE et leurs modifications successives).  
Produit palettisé dans un fond carton.  
Paper bag. Pallet 80 x 120 cm, 30 bags of 25 kg, 750 kg per pallet  
The primary package is in compliance with the EU regulation regarding the foodstuff contact (regulations 1935/2004/EC and 10/2011/EU and their subsequent amendments)  
Product palletized in a cardboard background.

**MARQUAGE SACS / MARKING**

Etiquette : Produit / date de fabrication / n° de lot / DLUO / poids net / stockage / Nom et adresse du fournisseur  
Label: product/storage/production date/batch n°expiry date/net weight/Name and address of the supplier

**CONDITIONS DE STOCKAGE, DUREE DE CONSERVATION / STORAGE, SHELF LIFE**

12 mois à l'abri de la chaleur et de l'humidité, dans son emballage d'origine fermé.  
12 months in a cool and dry place in its original closed packaging.

Avertissement : les informations du produit concernant les utilisations, recommandées et dosage sont données uniquement à titre indicatif. Ces informations peuvent varier en fonction de la recette ou des ingrédients utilisés par l'acheteur. Il est de la seule responsabilité de l'acheteur de vérifier l'adéquation du produit avec ses utilisations prévues.  
Disclaimer: the product information regarding recommended uses and dosage are for information purposes only. Such information may vary depending on the recipe or ingredients used by the buyer. It is the sole responsibility of the buyer to verify the adequacy of the product with its intended uses.

Limagrain Céréales Ingrédients  
Zone Agro Industrielle  
63720 SAINT-IGNAT - FRANCE  
Tel + 33 (0)4 73 67 17 00 Fax + 33 (0)4 73 67 17 10  
www.lci.limagrain.com



**SECURITE ALIMENTAIRE / FOOD SAFETY**

**MICROBIOLOGIE / MICROBIOLOGY:**

Flora totale aérobie mésophile	Total viable count	200 000 ufc/g	Plan à 3 classes (Valeurs cibles m) Satisfaisant < 3 m, Acceptable = M = 10m 3 classes plan (1 target m) Satisfactory < 3 m, Acceptable = M = 10m
Levures	Yeast	1 000 ufc /g	
Moisissures	Moulds	3 000 ufc /g	
E. Coli	E. Coli	< 100 ufc/g	Plan à 2 classes (Valeurs cibles m) Satisfaisant < m, Non conforme ≥ m 2 classe plan (1 target m) Satisfactory < m, Non conform ≥ m
Salmonelles	Salmonella	abs dans 25 g	

**MYCOTOXINES :**

**MYCOTOXINS:**

Nous attestons que le produit est conforme au règlement 1881/2006/CE et ses modifications successives.  
We certify that this product is in compliance with the regulation 1881/2006/EC and its subsequent amendments.

**METAUX LOURDS :**

**HEAVY METALS:**

Nous attestons que le produit est conforme au règlement 1881/2006/CE et ses modifications successives.  
We certify that this product is in compliance with the regulation 1881/2006/EC and its subsequent amendments.

**PESTICIDES :**

**PESTICIDES:**

Nous attestons que le produit est conforme au règlement 396/2005/CE et ses modifications successives.  
We certify that this product is in compliance with the regulation 396/2005/EC and its subsequent amendments.

**IONISATION :**

**IONIZATION:**

Nous attestons que le produit, ni aucun de ses composants, n'ont subi de traitement ionisant.  
We certify that this product and its components have not undergone ionization treatment.

**OGM :**

**GMO:**

Nous attestons que toutes les matières premières de ce produit et le produit lui-même, ne sont pas issus d'organismes génétiquement modifiés. En conséquence, ce produit n'est pas soumis à « étiquetage OGM et à traçabilité » selon les règlements (CE) 1829/2003 et 1830/2003 et leurs modifications successives.  
We certify that all the raw materials of this product and the product itself, are not issued from genetically modified organisms. Consequently, this product is not subject to "GMO-labelling and traceability" in accordance with the Regulations (EC) N° 1829/2003 and 1830/2003 and the its subsequent amendments.

**ALLERGENES :**

**ALLERGENS:**

Allergène(s) présent(s) dans le produit : gluten  
Allergènes utilisés sur la même ligne de fabrication, contaminations croisées primaires possibles : pas d'allergène - Selon le règlement 1169/2011/UE et ses modifications successives  
Allergen present in the product: gluten  
Allergen used on the same production line, possible primary cross contamination no allergen  
According to the regulation 1169/2011/EU and its subsequent amendments.

**HYGIENE :**

**HYGIENE:**

Nous attestons que le produit est conforme à la réglementation CE du Paquet Hygiène.  
We certify that this product is in compliance with the regulation EC of Hygiene package.

MP - 3b

Avertissement : les informations du produit concernant les utilisations, recommandées et dosage sont données uniquement à titre indicatif. Ces informations peuvent varier en fonction de la recette ou des ingrédients utilisés par l'acheteur. Il est de la seule responsabilité de l'acheteur de vérifier l'adéquation du produit avec ses utilisations prévues.  
Disclaimer: the product information regarding recommended uses and dosage are for information purposes only. Such information may vary depending on the recipe or ingredients used by the buyer. It is the sole responsibility of the buyer to verify the adequacy of the product with its intended uses.

## Annexe N°7

Figure : La farine d'avoine utilisée



## Résumé

Notre travail consiste en l'élaboration d'un yaourt brassé à base de flocons et/ou de farine d'avoine, dans le but d'innover un nouveau produit d'intérêt nutritionnel et médicamenteux. Afin de pouvoir affirmer que ce produit est de bonne qualité, et ne porte aucun risque sur les consommateurs, une série d'analyses a été réalisée.

En effet les analyses physicochimiques (pH, acidité titrable, taux de matière grasse, de l'extrait sec, du Brix et le test d'amidon) également, les analyses microbiologiques (dénombrement des *Staphylococcus aureus*, les levures et moisissures et les entérobactéries, ains) sont conformes aux normes. Cela a démontré que le yaourt additionné d'avoine est de meilleure qualité, et saura convaincre d'avantage les consommateurs soucieux de plus en plus de leur santé, grâce à sa haute valeur nutritionnelle, à sa richesse en protéines, minéraux, vitamines, glucose, et notamment en fibres.

**Mots clés :** Yaourt, farine et flocons d'avoine, analyses physicochimiques et microbiologique.

## Abstract

Our work consists of the development of a stirred yogurt made from flour and flakes oats, with the aim of innovating a new product of nutritional, pharmaceutical and medicinal interest. In order to be able to say that this product is of good quality, and does not pose any risk to consumers, a series of analyses were carried out.

Indeed, physicochemical analyses (pH, titratable acidity, fat content, dry extract, Brix and the starch test) also, microbiological analyses (enumeration of *Staphylococcus aureus*, yeasts and molds and enterobacteriaceae) are comply with standards. This has shown that yogurt with added oats is of better quality, and will be able to convince more consumers who are increasingly focused on their health, thanks to its high nutritional value, its richness in proteins, minerals, vitamins, glucose, and especially in fiber.

**Key words:** Yogurt, flour and flakes oats, physicochemical and microbiological analyses.