

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE TLEMCCEN

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

DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Laboratoire de Microbiologie Appliqué à l'Agroalimentaire au Biomédical et à l'Environnement

LAMAABE

Mémoire de Master

Présenté par

LAIDI Fatima Zahra

KHATIR Fatima Zahra

Pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie

Spécialité : Microbiologie et Contrôle de Qualité

Thème

**Essai d'élaboration d'un yaourt à base des
graines de lin et des abricots secs**

Soutenue le : **09/07/2019**

Devant le jury

Présidente	CHERIF ANTARA.A	MCB U. de Tlemcen
Encadreur	BARKA.M.S	MCA U. de Tlemcen
Examineur	BENYOUB.N	MAA U. de Tlemcen

Année Universitaire : 2018 / 2019

Remerciements

Avant tout premier lieu, nous remercions le Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la santé afin de pouvoir réaliser ce travail.

*Nous tenons remercier notre encadreur du mémoire, le professeur **Barka Mohammed Salih** d'avoir accepté d'encadrer notre document, nous le remercions aussi pour nos aider de choisir le sujet, de donner ses conseils et sa patience avec nous.*

*Nous remercions aussi **Mademoiselle Cherif Antar** d'avoir accepté de présider ce document.*

*Un grand remerciement à **Mr Benyoub** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Enfin, nous remercions également toutes les personnes du laboratoire de recherche de la microbiologie « **LAMAABE** »*

*-Tlemcen- surtout la directrice du laboratoire **Madame Hssaine Hafida**, et **Mr Belyagoubi Larbi** responsable de laboratoire des produits naturels « **Laprona** »*

Merci à tous

Dédicaces

Avec un énorme plaisir et un cœur ouvert, je dédie ce mémoire

A mes chers parents ma mère et mon père

Pour leur patience, leur amour et leur encouragement

*Puisse Dieu, le très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue
vie*

A mes frères : Zouhír et Sofiane

A toute ma famille

A mon binôme : Fatíma Zahra

*A mes chères amies proches et tous mes amis de la promo de la
spécialité microbiologie et contrôle de qualité*

Je vous dis merci

Laidi F.Z

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

A ma chère grande mère et mon cher grand père

Pour leur soutien et l'amour que vous me portez

A ma mère

*Qui m'accompagnée ses prières, sa douceur, puisse lui prêter longue
vie beaucoup de santé et de bonheur*

A mon frère : Abdallah

*qui m'a toujours soutenu, pour son aide et sa disponibilité, Je lui
souhaite bonne chance dans sa vie et sa santé*

A ma chère amie : Fatima Zahra

*A mes amies de toujours et mes amis de la promo de la spécialité
microbiologie et contrôle de la qualité*

Merci à tous

Khatir F.Z

Liste des figures

Figure 1 :	L'observation microscopique de <i>Sc. thermophilus</i> et <i>Lb. bulgaricus</i>	5
Figure2 :	Les interactions métaboliques de <i>Sc. thermophilus</i> et <i>Lb. bulgaricus</i> en culture mixte dans le lait.....	8
Figure 3:	diagramme de fabrication du yaourt ferme et brassé.....	11
Figure 4:	Egyptiens récoltant le lin (hypogée de Thèbes).....	14
Figure 5:	Les oses constitutifs du mucilage du lin.....	16
Figure 6:	Voie de biosynthèse de SDG dans les graines du lin.....	17
Figure 7 :	Schéma d'une coupe longitudinale d'abricot à maturité.....	20
Figure 8 :	L'ensemencement de la suspension bactériens par stries sur la gélose M17 et MRS après l'incubation des bouillons M17 et MRS.....	25
Figure 9 :	(A) photographie des graines de lin (B) photographie des graines du lin concassées.....	26
Figure 10:	photographies des abricots secs.....	27
Figure 11:	photographie de la préparation du levain lactique.....	28
Figure 12:	Photographie du yaourt après la conservation.....	28
Figure 13:	Diagramme de fabrication du yaourt à base des graines du lin et abricots secs.....	29
Figure 14 :	Détermination du pH du yaourt brassé aux graines du lin concassées et les abricots secs.....	30
Figure 15 :	Détermination du l'acidité dornic du yaourt brassé au graines du lin concassées et les abricots secs.....	31
Figure 16 :	Détermination de la viscosité du yaourt brassé aux graines du lin et les abricots secs.....	32
Figure 17 :	Les dilutions préparées pour le dénombrement.....	33
Figure 18 :	L'aspect macroscopique des colonies développées sur milieu M17.....	36
Figure 19 :	L'aspect macroscopique des colonies développées sur milieu MRS.....	36
Figure 20 :	L'aspect microscopique des bactéries développées sure milieu M17.....	37
Figure 21:	L'aspect microscopique des bactéries développées sure milieu MRS.....	37
Figure 22 :	Les résultats de tests catalase : (A) la bactérie développée sur milieu M17, (B) la bactérie développée sur milieu MRS.....	38

Figure 23 :	Évolution des valeurs du pH en fonction du temps (J) du yaourt aux graines du lin concassées et les abricots secs pendant le stockage.....	39
Figure 24 :	Évolution des valeurs d'acidité Dronic en fonction du temps (J) du yaourt aux graines du lin concassées et les abricots secs pendant le stockage.....	40
Figure 25 :	Évolution des valeurs de viscosité en fonction du temps (J) du yaourt aux graines du lin concassées et les abricots secs pendant le stockage.....	41
Figure 26 :	Histogramme d'évolution de nombres de Streptococcus thermophilus et Lactobacillus bulgaricus du yaourt aux graines du lin concassées et les abricots secs (103 UFC/ml).....	42
Figure 27 :	Evaluation de la couleur du yaourt additionné aux graines du lin et l'abricot sec de stockage au froid à 4 °C.....	43
Figure 28 :	Evaluation de la texture du yaourt additionné aux graines de lin et les abricots secs de stockage au froid à 4 °C.....	44
Figure 29 :	L'échelle de notation du yaourt préparé.....	44

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Composition des graines de lin en acides gras.....	14
Tableau 2 :	Les valeurs nutritionnelles des acides organiques	20
Tableau 3 :	Evolution des valeurs du pH, acidité dornic et viscosité du yaourt aux graines de lin concassées et les abricots secs.....	39
Tableau 4 :	Évolution de nombres de <i>Streptococcus thermophilus</i> et <i>Lactobacillus bulgaricus</i> du yaourt aux graines de lin concassées et les abricots secs (10 ³ UFC/ml).....	41
Tableau 5 :	Évolution du nombre de Staphylococcus aureus, Entérobactérie, coliforme, Germes totaux du yaourt aux graines de lin concassées et les abricots secs (10 ³ UFC/ml).....	42
Tableau 6 :	Evaluation des propriétés sensorielles du yaourt additionné de grain de lin et l'abricot sec de stockage au froid à 4 ° C.....	43

Liste des abréviations

- : négative

% : Pourcentage.

+ : plus

+ : positive

°C : degré Celsius.

°D : degré dornic.

µl : microlitre

Atm : Atmosphère.

C : Carbone.

Ca: atome calcium.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

DLC : Date limite de consommation.

EPS : Exopolysaccharide

Fe: atome fer.

g/l : gramme par litre.

g: gramme.

GN : Gélose nutritive.

H : Hydrogène.

h: heure.

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène.

J : Jour.

K: atome potassium.

Kg : kilogramme.

L : Litre

Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus : *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*.

M17 : Gélose de Terzaghi.

mg/g : milligramme par gramme.

Mg: atome magnésium.

min : minute.

ml : millimètre.

mm : millimètre.

Mn: atome manganèse.

MRS: Man Rogosa Sharpe.

Na: atome sodium.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

O₂ : Dioxygène.

P: atome phosphore.

Pas: Pascal seconde.

pH : Potentiel Hydrogène.

Sc. thermophilus : *Streptococcus thermophilus.*

SDG : Sécisolaricol digirucoside.

S. aureus : *Staphylococcus aureus.*

T° : Température.

UFC : Unité Formant colonie.

V : Volume.

VRBG : Violet Red Bile Glucose Agar

VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar

Zn: atome zinc.

Table de matière

I. <u>Liste des figures</u>	
II. <u>Liste des tableaux</u>	
III. <u>Liste des abréviations</u>	
Introduction.....	1
Partie I : Synthèse bibliographique	
Chapitre 01 : Généralités sur le yaourt	
I. Historique.....	2
II. Définition.....	2
III. Les différents types du yaourt et leurs classifications.....	3
1. Selon la texture.....	3
2. Selon le goût.....	3
3. Selon la teneur en matière grasse.....	3
IV. Les caractéristiques des bactéries du yaourt	4
1. <i>Streptococcus thermophilus</i>	4
2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	4
V. Les fonctions des bactéries du yaourt.....	5
1. L'activité acidifiante.....	5
2. L'activité aromatisante.....	7
3. L'activité protéolytique.....	7
VI. Symbiose des bactéries du yaourt.....	7
VII. Les étapes de la fabrication du yaourt.....	8
1. Standardisation du lait.....	8
2. Homogénéisation	9
3. Traitement thermique	9
4. Ensemencement et fermentation.....	9
5. Refroidissement.....	9
6. Conditionnement et stockage.....	10
VIII. Intérêt nutritionnel et thérapeutique du yaourt.....	12
1. Intérêt nutritionnel	12
2. Intérêt thérapeutique	12
Chapitre 02 : Généralités sur les graines de lin et les abricots secs	
I. Les graines de lin	
1. Historique de lin.....	13
2. Définition de lin.....	13
3. Description du fruit et les graines de lin.....	14
4. Les compositions des graines de lin	14
4.1 Acides gras.....	14
4.2 Les protéines.....	15
4.3 Mucilage.....	15
4.4 Les composés phénoliques	16
4.5 Les glucides.....	16
4.6 Les vitamines.....	17
5. L'intérêt des graines de lin sur la santé.....	17
II. Les abricots secs	

1. Historique.....	18
2. Définition.....	18
3. Description du fruit.....	18
4. Compositions biochimiques des abricots secs.....	19
4.1 Acides organiques.....	19
4.2 La teneur en polyphénols et l'activité antioxydante.....	20
4.3 Les vitamines et les caroténoïdes.....	20
5. Les différentes méthodes de séchage des abricots.....	21
1. méthodes industrielles.....	21
2. méthodes traditionnelle du séchage des abricots : le séchage solaire....	22
6. Intérêt des abricots secs.....	23
Partie II : Matériel et méthodes	
I. Objectif.....	25
II. Vérification de la présence du <i>Sc. thermophilus</i> et <i>Lb. bulgaricus</i> dans le levain lactique.....	25
II.1 Caractérisation des bactéries.....	26
1.1. L'examen microscopique et macroscopique.....	26
1.2. Test de la catalase.....	26
III. Préparation des matériels végétaux.....	26
1. Préparation des graines du lin.....	26
2. Préparation des abricots secs.....	27
IV. Les étapes de fabrication du yaourt à base des graines du lin et les abricots secs.....	27
1. Préparation du levain lactique.....	27
2. Incorporation des graines du lin.....	28
3. Brassage, refroidissement et conditionnement.....	28
4. Conservation.....	28
V. Les analyses physicochimiques.....	30
1. Mesure du pH.....	30
2. Mesure de l'acidité dornic.....	30
3. Mesure de la viscosité.....	31
VI. Les analyses microbiologiques.....	32
1. Les dilutions décimales.....	32
2. Dénombrement de la flore lactique.....	33
2.1. <i>Streptococcus thermophilus</i>	33
2.2. <i>Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus</i>	33
3. Recherche de la flore Pathogène du yaourt.....	33
<i>Staphylococcus aureus</i>	33
4.1. <i>Les germes totaux</i>	34
4.2. <i>Coliformes et entérobactéries</i>	34
VII. Les analyses sensorielles.....	34
1. Goût sucré et acide.....	34
2. La couleur.....	34
3. La texture.....	34
4. La qualité des abricots secs et les graines du lin.....	34
VIII. Traitements.....	34

statistiques.....	
Partie III : Résultats et discussion	
I. Caractérisation des bactéries.....	36
1. L'examen macroscopique.....	36
2. L'examen microscopique.....	37
3. Test catalase.....	38
II. Les analyses physicochimiques.....	38
1. PH.....	39
2. Acidité dornic.....	40
3. Viscosité.....	40
III. Les analyses microbiologiques.....	41
IV. Les analyses sensorielles.....	43
1. Goût.....	45
2. La couleur et la texture.....	45
3. L'échelle de notation.....	45
Conclusion.....	46
Références bibliographiques	
Annexe	
Résumé	



INTRODUCTION

Introduction

Introduction

Les yaourts, produits laitier fermentés traditionnels, ont connu une reprise et une croissance remarquables au cours des dernières décennies. Cette popularité accrue des yaourts dans le monde peut en grande partie être attribuée aux avantages pour la santé associée à sa consommation (**Shah, 2017**).

Le codex alimentarius (1992) est définie les yaourts comme des produits laitiers coagulés très populaire dans de nombreux pays d'Europe, résultant de la fermentation lactique par les bactéries lactiques *Sc. thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* à l'échelle industrielle avec la préoccupation principale d'obtenir régulièrement un produit d'excellente qualité (**Zourari et al., 1991 ; Simin Nikbin et Woel, 2000**).

Les yaourts aux fruits et graines sont les produits laitiers les plus consommés dans le monde (**Saint Eveet et al., 2006**).

Parmi les fruits et les graines incorporés dans les yaourts : les abricots secs et les graines de lin, grâce à ses contenus de ces derniers en (protéines, lipides, vitamines, sucres, fibres, antioxydants), les abricots secs et les graines de lin ont de nombreux effets bénéfiques pour la santé tels que la diminution de risque des maladies cardiovasculaires, cancer, les maladies chronique, l'abaissement du cholestérol et triglycérides, une amélioration du profil en acides gras chez des volontaires sains ou une limitation de la reprise poids post régimes chez les individus obèses (**Bahlouli et al., 2008 ; Weill et Mairesse, 2010**).

Ce document comprend trois parties, la première partie rassemble le yaourt, les abricots secs et les graines de lin (définition, historique, production de yaourt, intérêt de ces derniers... etc.)

La deuxième partie correspondant au matériel et méthode utilisée (vérification des bactéries lactiques, la préparation du yaourt, l'incorporation des graines de lin et les abricots secs, les analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles) et la troisième partie montre les résultats et la discussion de ces résultats obtenus et enfin, une conclusion générale sur ce travail.



**SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

Chapitre 01 : Généralités sur les yaourts

I. Historique

Le mot yaourts (yoghourts ou yogourts) est originaire d'Asie. Le premier nom turc, apparu au VII^e siècle fut (yogurts) pour être changé au XI^e siècle par le nom « yoghourts » utilisé actuellement.

Le mot yoghourts proviendrait de la langue bulgare (yoghurts), « yog » qui voulait dire « épais » et « urt » qui signifiait « lait ».

En France, l'effet bénéfique des yoghourts au lait de brebis est cité soit forme d'une brève apparition avec François I^{er}, qui souffrant probablement d'une infection intestinale, avait été guéri par son absorption, grâce à un médecin turc. Il faudra attendre la fin du XIX^e pour que le savant ukrainien Metchnikoff, prix Nobel en 1908, attribue au yogourt dont il a isolé le *Bacillus bulgare* nommé de nos jours *Lactobacillus bulgaricus*, la longévité des montagnards du Caucase et des Balkans. Metchnikoff explique l'effet de bacillus bulgare par l'absence de production d'alcool, par rapport à d'autres laits fermentés tels que le Kefir ou le Koumys (**Luquet et Carrieu, 2008**).

Depuis la dernière guerre mondiale, les yoghourts ont connu un remarquable essor industriel et commercial et ils sont devenus d'un lait fermenté très populaire dans divers pays occidentaux en particulier en France pendant les années 1950 (**Accolas, 1977**).

Dans les années 1960, une préférence marquée pour un produit doux et aromatique qui présente une consistance épaisse et *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Homogène surtout dans le cas des yoghourts brassés additionnés ou non de fruits (**Bouillanne et al., 1980**).

II. Définition

La dénomination des yaourts est variée selon les langues nationales, mais les termes les plus couramment utilisés sont « yoghourts », « yoghurts » ou « yaourts » (**Luquet et Carrieu, 2008**).

Les yoghourts sont définis par le codex alimentarius de 1992, comme l'un des aliments les plus connus contenant des probiotiques (**Adolfsson et al., 2004**).

Ils sont obtenus par la fermentation du lait contenant des bactéries : *Streptococcus thermophilus* et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* (**Guarner et al., 2005**), qui doivent êtreensemencées simultanément et se trouvent vivantes dans le produit à raison d'au moins 10^7 bactérie g^{-1} . La quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,7 g.100 g^{-1} lors de la vente au consommateur (**Jeantet et al., 2008**).

III. Les différents types des yaourts et leur classification

Il existe différents types des yaourts produits dans le monde selon les caractères suivants :

1. Selon la texture

- **Yaourt ferme** : ce type du yaourt est incubé à une température comprise entre 42 et 44°C, refroidi dans l'emballage final (en pot) et se caractérise par une texture ferme rassemblant à de la gelée, généralement des yaourts naturels ou aromatisés (Aswal et al., 2012).

- **Yaourt brassé** : ce type du yaourt est incubé dans une cuve et le coagulum final est « cassé » par agitation avant le refroidissement et conditionnement, leur texture sera un peu comme une crème très épaisse. Ce sont des yaourts au fruit et les yaourts veloutés naturels (Aswal et al., 2012).

- **Yaourt à boire** : le coagulum est cassé avant le refroidissement. L'agitation utilisée est sévère pour obtenir une texture liquide (Aswal et al., 2012).

2. Selon le goût

- **Yaourt aromatisé** : les arômes sont ajoutés juste avant de remplir dans des pots. Les additifs sont les fruits et les arômes alimentaires, généralement sous forme de fruits entiers au sirop ou de purée. Ces additifs contiennent jusqu'à 50% de sucre (Aswal et al., 2012).

- **Yaourt à faible teneur en sucre ou sans sucre** : ils sont additionnés de la saccharine ou l'aspartame (Aswal et al., 2012).

- **Yaourt sucrés** : les produits contiennent du saccharose à des taux différents. (Aswal et al., 2012).

3. Selon la teneur en matière grasse :

Les normes sont très disparates, selon le codex alimentarius :

- **Yaourt nature, sucré ou aromatisé** : il doit être au minimum égal à 3% (m/m) (Luquet et Carrieu, 2008).

- **Yaourt partiellement écrémés ou maigres** : il doit être compris entre 0,5% et 3% (Luquet et Carrieu, 2008).

- **Yaourt écrémés** : il doit être au maximum égal à 0,5% (Luquet et Carrieu, 2008).

IV. Les caractéristiques bactériennes des yaourts

1. *Streptococcus thermophilus*

Sc. thermophilus est une bactérie lactique à Gram⁺, montrant des cellules ovoïdes apparaissant en paires ou en chaînes courtes, immobile, non sporulé, catalase⁻, anaérobie facultatif et appartient notamment au groupe thermophile à faible teneur en (G, C) (Prajapati et al., 2017).

Les *Sc. thermophilus* ont divergé de leurs parents pathogènes, il a perdu la plupart des gènes responsables de la virulence et a acquis plusieurs gènes utiles pour vivre dans le lait par transfert horizontale qui couvrent diverses fonctions comme : la biosynthèse de la bactériocine, pompes d'efflux d'absorption et la biosynthèse d'exopolysaccharide (EPS) (Uriot et al., 2017).

Sc. thermophilus est un composant essentiel des préparations commerciales et de nombreux types de produits laitiers naturels tel que : les yaourts et les fromages (Ghazi et al., 2015). Le rôle principal de *Sc. thermophilus* est l'acidification rapide liée à la production d'acide lactique, mais aussi la production de produits de fermentation secondaire tels que : l'acétaldéhyde ou d'acétyle qui contribuent aux propriétés aromatiques et texturales du yaourt (Uriot et al., 2017).

2. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*

Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus est une bactérie lactique à Gram⁺, en forme de bâtonnet, simple ou en chaîne, catalase⁻ et oxydase⁻, non mobile, non sporulé, aéroanaérobie (Hamzehlou et al., 2018).

Elle se caractérise par croissance dans différents température et concentration de sel et un groupe à teneur très élevée en (G C) (Salvetti et O'toole, 2017).

Elle nécessite un pH faible compris entre 5 et 6 et considérée comme acidophile (Hamzehlou et al., 2018).

Pette et Zolkema ont démontré que l'aldéhyde acétique était le composant principal de la saveur du yaourt ; Bottazi et Dellaglio ont indiqué de *Lactobacillus bulgaricus* était la principale de sa production (Bottazi et al., 1973).



Figure 1 : L'observation microscopique de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Righi, 2006).

V. Les fonctions des bactéries des yaourts

Sc. thermophilus et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* sont des bactéries qui permettent d'obtenir un yaourt à caractéristiques organoleptiques bien définies :

1. L'activité acidifiante

L'activité acidifiante est une principale fonction des bactéries lactiques. Elle peut être caractérisé par :

- Le pH final ou la production d'acide lactique.
- La cinétique d'acidification.
- La post-acidification (Luquet et Carrieu, 2008).

➤ La production d'acide lactique

Le processus biochimique le plus important dans la fabrication du yoghourt c'est la production d'acide lactique par *Sc. thermophilus* et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* (Luquet et Carrieu, 2008).

Synthèse bibliographique

Cet acide organique est produit à partir du lactose via une fermentation homofermentaire encore appelée voie d'Embden-Meyerhof qui fournit deux molécules de lactate par molécule de lactose consommés. Deux formes isomériques existent. *Sc.thermophilus* produit du L-lactate et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* produit majoritairement du D-lactate. La proportion L-lactate, forme la plus facilement assimilable de l'acide lactique présente dans un yoghourt, varie entre 40 et 70% de l'acide lactique présent.

L'acide lactique aide à déstabiliser les micelles de caséines et la formation du gel résulte de la coagulation des protéines du lait suite à la diminution de pH, ce pH est compris entre 4.2 à 4.7 dans la majorité des yoghourts « doux » c'est-à-dire peu acide.

En plus de son impact organoleptique, l'acide lactique a un rôle protecteur contre d'éventuelles contaminations par des germes indésirables (**Luquet et Carrieu, 2008**).

➤ La cinétique d'acidification

Il existe des différences importantes entre les germes, les espèces et entre les souches d'une même espèce des bactéries lactique.

Dans la fabrication du yaourt dépend de deux facteurs essentiels sont :

-Le niveau maximal et la vitesse de production d'acide lactique.

-La composition du milieu et la température d'incubation joue un rôle important dans la vitesse d'acidification (**Luquet et Carrieu, 2008**).

➤ La post-acidification

La post-acidification est un caractère propre à la souche. Elle est très variable au sein d'une même espèce. L'acidité similaire du produit fini, après une journée de stockage peut devenir très différente après 28 jours c'est-à-dire le temps de stockage à également un impact sur la post-acidification (**Luquet et Carrieu, 2008**).

2. L'activité aromatisante

Pette et Zolkema (1950) ont été les premiers à suggérer que l'acétaldéhyde serait le composé principale aromatique principale du yogourt mais nombreux d'autres auteurs suggérant que l'acétaldéhyde n'est pas le seul composé responsable de l'arôme, il y a aussi nombreux composés organiques volatiles (**Luquet et Carrieu, 2008**).

Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus participe activement au développement de l'arôme typique du yaourt, grâce à l'action de sa thréonine-aldolase, qui conduit à la synthèse d'acétaldéhyde (**Zourari et Desmazeaud, 1991**).

3. L'activité protéolytique

L'activité protéolytique est également un des critères de sélection des bactéries utilisées dans la production de yaourt.

Les bactéries de *Sc. thermophilus* présentent généralement une activité protéasique faible, parfois inexistante par l'absence de protéase de paroi. Par contre les bactéries *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* possèdent une activité protéolytique plus forte qui permette d'hydrolyser les caséines en petits peptides et acides aminés grâce à leur protéase membranaire (**Luquet et Carrieu, 2008**).

VI. Symbiose entre les bactéries du yaourt :

La production de yoghurt dépend d'une symbiose établie entre les deux espèces *Sc.thermophilus* et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*, cette association est bénéfique pour les deux espèces. Dans la symbiose, l'acide formique et le dioxyde de carbone (CO₂) sont générés par *Sc. thermophilus* au cours d'une phase précoce et jouent un rôle principal dans la croissance bactérienne de *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*. Ensuite, les peptides et les acides aminés sont générés par *Lb. delbrueckii subsp.bulgaricus* grâce à son protéase membranaire (**Nishimura et al., 2015**).

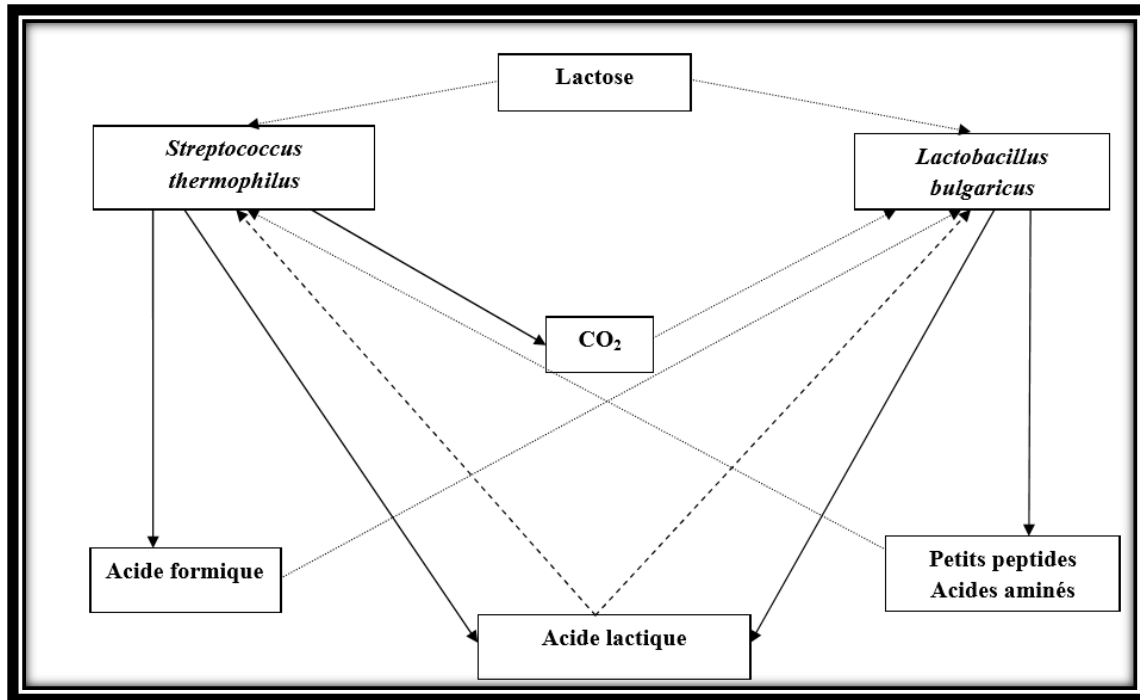


Figure2 : Les interactions métaboliques de *Sc. thermophilus* et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* en culture mixte dans le lait (Jeantet et al., 2008).

VII. Les étapes de fabrication des yaourts

Il existe de multiples façons de fabrication des yaourts.

Les bactéries lactiques, les températures, le temps d'incubation et la poudre de lait sont des paramètres qui jouent sur les caractéristiques du produit fini : la texture, le goût et l'acidité... (Raiffaud, 2015).

1. Standardisation du lait

La teneur en matière sèche est un facteur important dans la fabrication du yaourt, parce qu'elle conditionne la viscosité et la consistance du produit. Les protéines et la matière grasse contribuent également à masquer l'acidité du produit. La teneur en matière grasse est ajustée en fonction des produits de 0.5 à 3.5% et celle de l'extrait sec de graisse à environ de 14% (dont 5% de protéines).

La standardisation est réalisée par addition de poudre de lait écrémé ou de protéines de lactosérum à des doses variant de 1 à 3% ou par concentration (Jeantet et al., 2008).

2. Homogénéisation

Les techniques d'homogénéisation utilisées sont variées, certaines techniques sont utilisées à la température de 50 à 60C° avec une pression de 16 à 200Atm ou à des températures de 85 à 90C° avec des pressions d'homogénéisation proche de 250Atm (FAO, 1995).

3. Le traitement thermique

Le traitement thermique peut se faire à 85C° pendant 30min, 90à 92C° pendant 10min.

La préparation du lait est terminée, subit un traitement thermique. Il a pour but de :

- 1- Dénaturer les micro-organismes pathogènes présents.
- 2- Permettre la suppression éventuelle d'inhibiteur naturels et la stimulation des bactéries par l'apparition de facteurs de croissance de dénaturer une partie importante des protéines solubles pour augmenter la capacité de rétention d'eau du yaourt et permettre à ces protéines de fixer sur la caséines (FAO,1995).

4. Ensemencement et fermentation

Ensemencement consiste à ajouter au lait deux ferments *Sc. thermophilus* et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* (Camara, 2005).

La fermentation est une étape essentielle dans la fabrication des yaourts qui transforme le lait liquide en un produit épaisse et acidifié. Elle se fait en 2 à 3h (Bourlioux et al., 2011).

Pour les yaourts fermes : le laitensemencé est directement mis en pots, dès la fermentation du caillé. Pour les yaourts brassés : le laitensemencé est brassé dans une cuve.

Dans les 2 cas, l'incubation est réalisée à des températures comprises entre 42 ou 45C° dure entre 2h 30 à 3h 30 (Jeantet et al., 2008).

5. Refroidissement

Le refroidissement est utilisé pour bloquer la fermentation.

Pour les pots étuvés : le refroidissement est effectué dans des chambres froides, soit dans un tunnel.

Pour les yaourts brassés : le refroidissement est effectué par un moyen d'un échangeur à plaques, tubulaire ou à surface raclée à 2-5C° (Jeantet et al, 2008).

6. Conditionnement et stockage

L'ajout des fruits intervient avant le conditionnement. Les yaourts sont conditionnés dans des pots en verre ou plastique et stockés en chambres froides à 4C°.

Les yaourts sont prêts à être consommés, la durée de consommation est 28j (Enkelejda, 2004).

Synthèse bibliographique

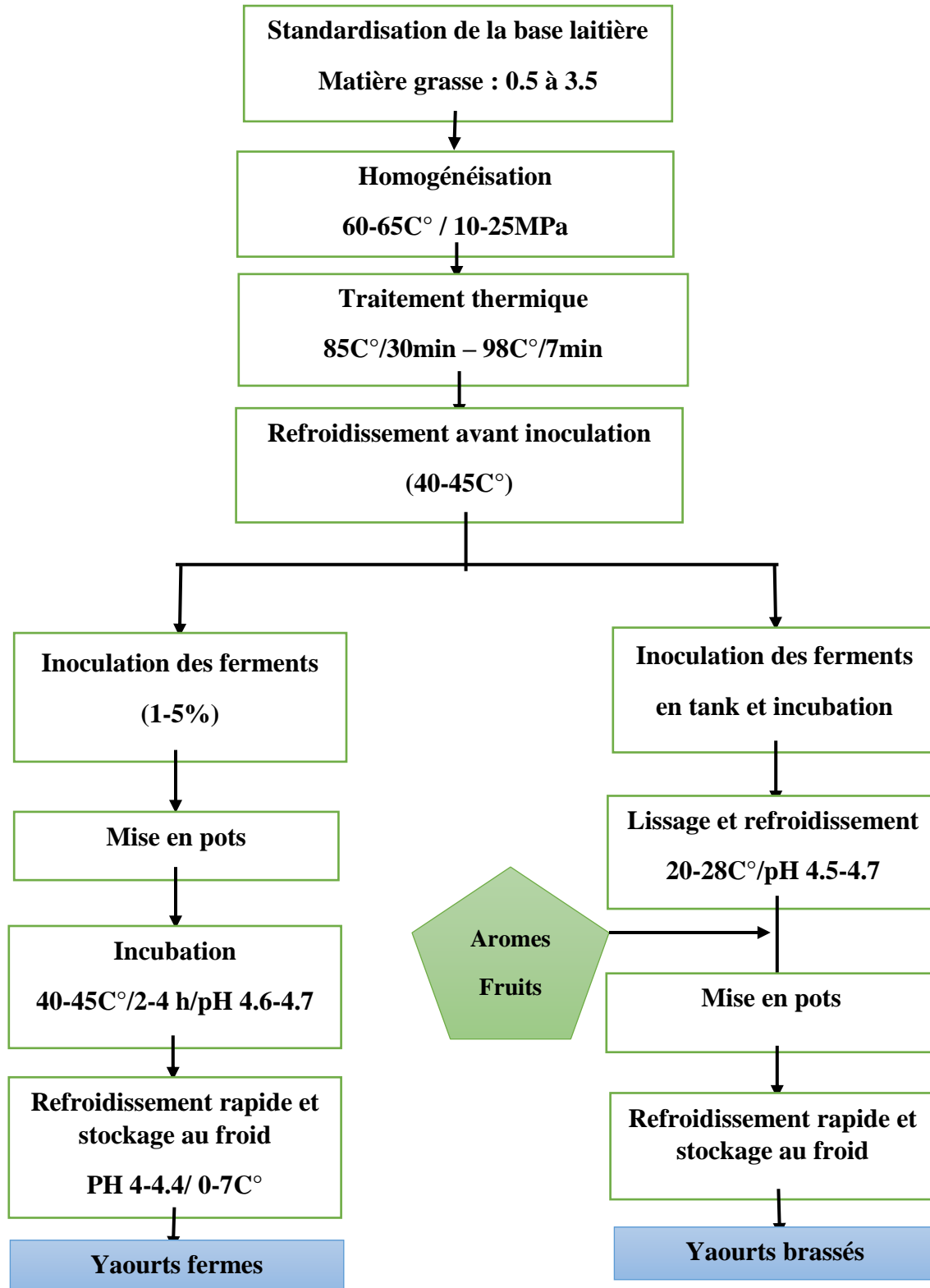


Figure 3: diagramme de fabrication de yaourt ferme et brassé (Jeantet et al., 2008).

VIII. L'intérêt nutritionnel et thérapeutique des yaourts

1. L'intérêt nutritionnel

➤ Amélioration d'absorption du lactose :

Le lactose est un élément le plus concerné par modification de la composition du lait, puisque les bactéries lactiques transforment 30% du lactose en galactose et acide lactique.

La présence des bactéries lactiques vivantes dans les yaourts permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactase (**Jeantet et al., 2008**).

➤ Amélioration de la digestibilité des protéines

Les yaourts contiennent 2fois plus des acides aminés que le lait non fermenté et aussi il est plus digeste.

Ces propriétés permettent de résulter l'acidification, le traitement thermique et l'activité protéolytique (**Jeantet et al., 2008**).

➤ Amélioration de la digestibilité des matières grasses

Homogénéisation améliore la digestibilité par augmentation de la surface des globules gras.

Dans les yaourts, l'augmentation de la teneur en acides gras libres, il y a une diminution d'activité lipolytique des bactéries lactiques (**Jeantet et al., 2008**).

2. L'intérêt thérapeutique

➤ Activité antimicrobienne

Les bactéries lactiques des yaourts produisent des substances antimicrobiennes et prébiotiques comme les oligosaccharides.

Les yaourts ont un rôle de traitement des diarrhées infantiles et il est consommé contre les infections gastro-intestinales (**Jeantet et al., 2008**).

➤ Stimulation du système immunitaire

Le rôle immunitaire des yaourts est l'augmentation de la production d'immunoglobulines, d'interférons et activation des lymphocytes B (**Jeantet et al., 2008**).

Synthèse bibliographique

➤ **Action préventive contre les cancers de la sphère digestive**

Les bactéries lactiques inhibant la formation des substances précancéreuses et modifierait les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes dans le tube digestif (**Jeantet et al., 2008**).

➤ **Action hypocholestérolémiant**

Un certain nombre d'étude ont montré que la consommation des yaourts a un effet hypocholestérol (**Jeantet et al., 2008**).

Chapitre 02 : Généralités sur les graines du lin et les abricots secs

I. les graines de lin

1. Historique de lin

Linum usitatissimum fait partie des plantes domestiques les plus anciennes, il était cultivé dans l’Egypte à l’époque des pharaons et la Samarie il y’a 10000 ans pour fournir à la fois des fibres et de l’huile (Smykal et al., 2011). Les civilisations les plus reculées utilisaient cette plante et connaissaient les vertus médicinales des graines (Schauenberg et Paris, 2016).



Figure 4: Egyptiens récoltant le lin (hypogée de Thèbes) (Savoire, 2008).

La domestication de lin s’est effectuée au Moyen-Orient, dans le Croissant fertile. La culture du lin a ensuite essaimé de proche en proche au cours de l’époque néolithique, jusqu’à l’Europe (Doré et al., 2006). Au 8ème siècle le roi de France, Charles Magne était impressionné par la valeur médicinale de la graine de lin et il adopta strictement une loi autorisant son sujet à consommer quotidiennement de la graine de lin afin de rester en bonne santé et de vivre plus longtemps. Environ 15ème siècle Hildegarde Von Bingen utilise la farine de lin dans des compresses chaudes pour le traitement d’affections internes et externes (Chaudhry et al., 2016).

Le lin a été introduit aux Etats-Unis par les colons, principalement pour produire de la fibre pour vêtement (Rashid et al., 2018).

2. Définition de lin

Le lin (*Linum usitatissimum*) appartient de la famille des Linacées, comprenant 22 générations et environ 300 espèces réparties dans le monde (Smykal et al., 2011), présente une grande diversité d’attributs caryotypiques, morphologiques et biochimiques. Linnaeus (1857) fut le premier à donner un nom botanique (*Linum usitatissimum*) à l’espèce cultivée, ce qui signifie « très utile » (Khan et al., 2017). Il peut être cultivé dans tous les pays à climat tempéré d’Europe et d’Asie qui sont souvent cultivé et parfois spontanée (Russo et Reggiani, 2015).

Synthèse bibliographique

C'est une plante diploïde autopolinisante présentant un crayotype de $2n=30$ (Allaby *et al.*, 2005). La graine du lin contient un tégument ou une coque véritable, un endosperme fin, deux embryons et un axe embryonnaire. Les embryons représentent 55% du poids total de la graine disséquée à la main, le tégument et l'endosperme représentent 36% du poids total et l'axe de l'embryon est de 4% (Singh *et al.*, 2011).

Les principaux pays producteurs de graines de lin sont : Canada, les États-Unis, la Chine et l'Inde (Singh *et al.*, 2011).

3. Description de fruits et les graines de lin

Les fruits sont capsulaires avec 5 cellules contenant des graines comprimées, ellipsoïdes, lisses, brun foncé et brillantes.

Les graines de lin sont ovales, aplaties et à pointe oblique à une extrémité, mesurent environ 4-6mm de long et 2-2.5 de large. Le testa est brun, brillant et finement poncé, inodore, au goût mucilagineux et gras. Ils y'a 10-20 graines dans la capsule (Rashid *et al.*, 2018).

4. Composition des graines de lin

L'acide alpha-linolénique, les protéines, la lignine et les fibres alimentaires sont les composants nutritionnellement importants de la graine de lin. La composition moyenne de la graine est la suivante: graisses - 41%, protéines - 20%, fibres alimentaires totales - 28%, humidité 7,7% et cendres - 3,4% (Kaushik *et al.*, 2017).

4.1. Les acides gras

La graine de lin a toujours été appréciée pour son abondance de graisse qui fournit un mélange unique d'acides gras. Ces acides gras constituent les réserves nécessaires pour développement de la plante pendant la germination (Tribalat, 2016).

Tableau 1: Composition des graines de lin en acides gras (Tribalat, 2016).

Acides gras	Pourcentage des acides gras totaux
Acide palmitique (C 16 : 0)	3 à 8%
Acide palmitoléique (C 16 : 1)	Moins de 1%
Acide stéarique (C 18 : 0)	2 à 8%
Acide oléique (C 18 : 1)	11 à 35%
Acide linoléique (C 18 : 2)	11 à 24%
Acide linoléique (C 18 : 3) (oméga-3)	35 à 65%
Acide arachidique (C 20 : 0)	Moins de 1%

Les acides gras sont riches en oméga-3 qui possède une double liaison au niveau des 3 atomes de carbone de l'extrémité méthyle (Russo et Reggiani, 2015). Les oméga-3

Synthèse bibliographique

ont des effets biologiques qui les rendent utiles dans la prévention et la gestion d'affections chroniques telles que le diabète de type 2, l'hypertension, la maladie d'Alzheimer et certains types de cancers (**Rashid et al., 2018**).

4.2. Les protéines

Les acides aminés de la protéine de lin sont considérés comme l'une des protéines les plus nutritives des plantes (**Rashid et al., 2018**).

Les protéines des graines du lin sont majoritairement l'albumine 2S et globuline de stockage 11S représentent chacune 40% des protéines totales et les protéines minoritaires sont : glutéline 13.3% et la prolamine 6.5% des protéines totales (**Savoire, 2008**).

4.3. Mucilage

La graine de lin en contient 3 à 9% (**Tribalat, 2016**). Le mucilage de lin est composé de deux fractions principales : un arabinoxylane neutre (75%) et un rhamnogalacturonane acide (25%). L'arabinoxylane est composé principalement de xylose, d'arabinose et de galactose et le rhamnogalacturonane est composé de

D-galactose, de L-rhamnose, de L-fucose et d'acide D-Galacturonique (**Singh et al., 2011**).

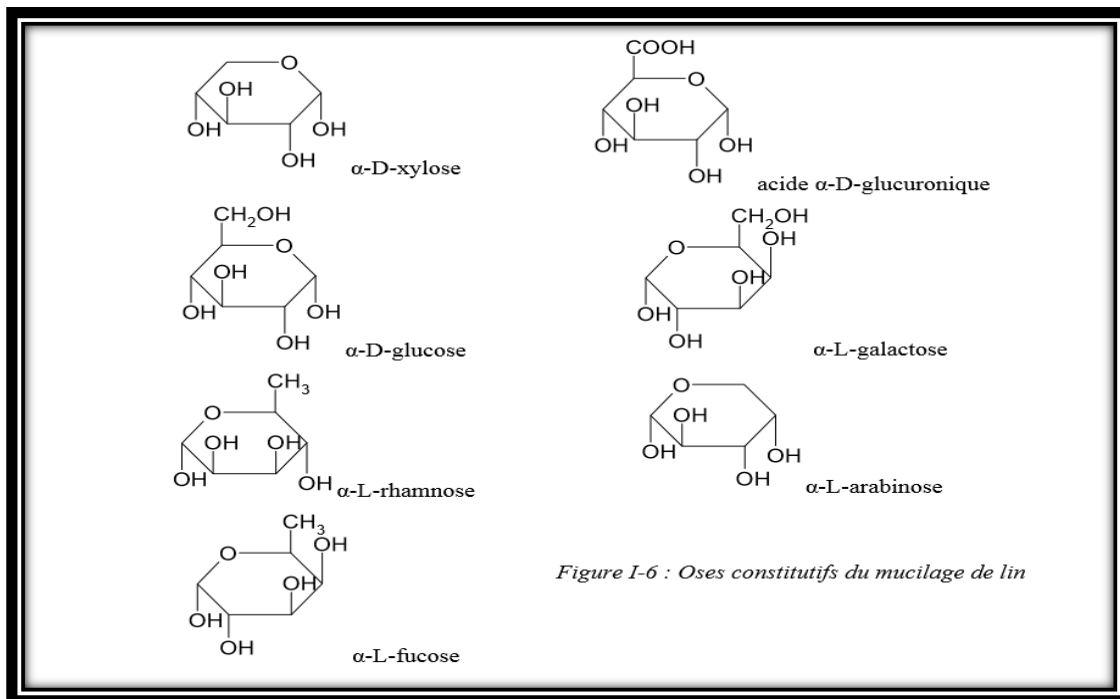


Figure 5 : Les oses constitutifs du mucilage du lin (**Savoire, 2008**).

Synthèse bibliographique

Le mucilage extrait des graines de lin est ajouté aux laxatifs, aux sirops pour la toux et dans les produits cosmétiques (**Rashid et al., 2018**).

4.4. Les composés phénoliques

Les graines de lin contiennent au moins types de composés phénoliques sont les acides phénoliques, les flavonoïdes et les lignanes. Ils sont également considérés comme des phytoestrogènes, ils aident à équilibrer les niveaux d'hormones, tels que l'estrogène et aider à réduire les symptômes de la ménopause (**Rashid et al., 2018**).

Elles contiennent 75 à 100 fois plus de lignanes que toute autre source végétale et le principal lignane présent dans elles c'est le sécoisolaricirol diglucoside (SDG) (**Rashid et al., 2018**).

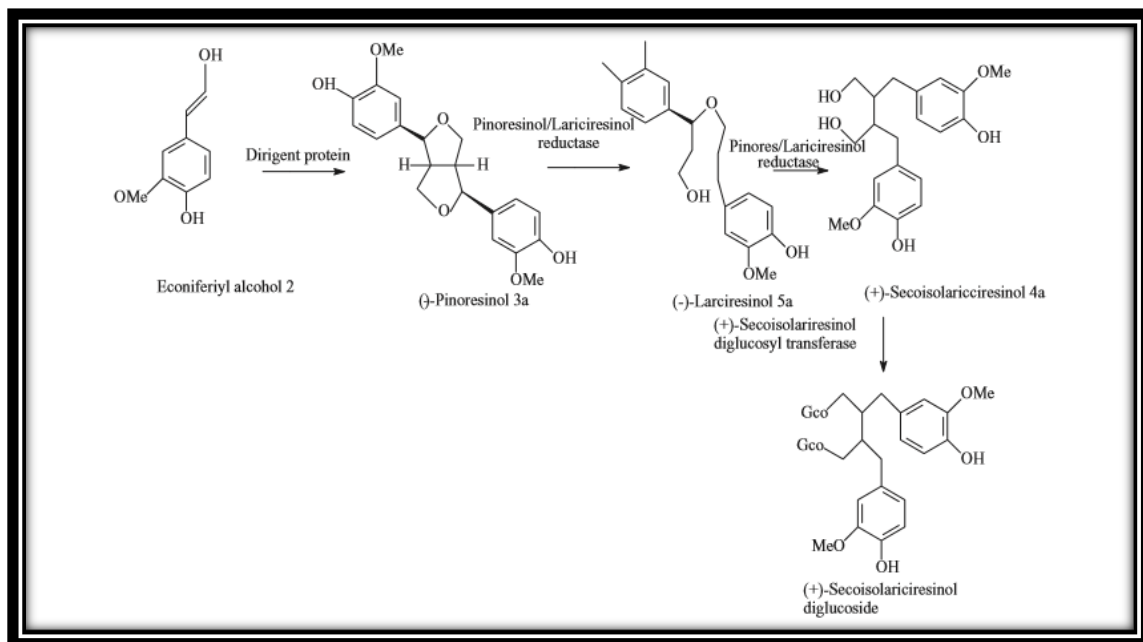


Figure 6: Voix de biosynthèse de SDG dans les graines de lin (**Touré et Xueming, 2010**).

4.5. Les glucides

La graine de lin pauvre en glucides. La fibre totale est la somme des fibres alimentaires et des fibres fonctionnelles.

*Les fibres alimentaires : ils agissent comme un agent de charge dans l'intestin. Il augmente le poids des selles et la viscosité du matériau digéré, tout en réduisant le temps de transit du matériau dans l'intestin. De cette manière les fibres alimentaires aident à contrôler l'appétit et la glycémie, favorisent la laxation et réduisent les lipides et même le risque de cancer colorectal (**Rashid et al., 2018**).

Synthèse bibliographique

*Les fibres fonctionnelles : sont constituées de glucides non digestibles extraits de plantes, purifiés et ajoutés à des aliments et à d'autres produits (**Rashid et al., 2018**).

4.6. Les vitamines

La graine de lin contient plusieurs vitamines hydrosolubles et liposolubles :

* La vitamine E : est présente en abondance dans les graines, principalement sous forme de gammatocophérol, c'est un antioxydant qui protège les protéines cellulaires et les graisses de l'oxydation. Favorise l'excrétion de sodium dans l'urine, ce qui peut aider à réduire la pression artérielle, le risque de maladie cardiaque et certains types de cancer (**Rashid et al., 2018**).

* La vitamine K : elle contient une petite quantité de vitamine K sous forme de phylloquinone (qui est la forme végétale de la vitamine K). Cette vitamine joue un rôle essentiel dans la formation de certaines protéines impliquées dans la coagulation du sang et la construction osseuse (**Rashid et al., 2018**).

5. L'intérêt des graines de lin sur la santé

La graine de lin est consommée depuis des siècles pour son bon goût et ses propriétés thérapeutiques et nutritionnelles (**Chaudhary et al, 2016**), il a été démontré que la consommation de graines de lin avait de nombreux avantages pour la santé grâce à son abondance en composants biologiquement actif (**Russo et Reggiani, 2015**) :

✓ **Laxatif**

Les graines de lin sont utilisées comme laxatifs pour faciliter le transit du contenu intestinal en raison de leur teneur en fibres alimentaires (**Khan et al., 2017**).

✓ **Anticancéreux**

Les graines de lin constituent la source la plus riche en composés phénoliques qui sont d'excellents antioxydants naturels et prévenir l'excès de radicaux libres (**Russo et Reggiani, 2015 ; Khan et al., 2017**).

✓ **Les maladies cardiovasculaires**

Les eicosanoïdes dérivés d'acides gras oméga-3, présents dans les graines du lin, améliorent principalement la fonction cardiaque en réduisant le cholestérol sanguin (**Khan et al., 2017**).

✓ **Anti-diarrhéique**

La graine de lin est utilisée en médecine traditionnelle pour le traitement de la diarrhée et des infections gastro-intestinales (**Palla et al., 2015**).

II. Les abricots secs

1. Historique

Le genre *Prunus* comprend les deux fruits à noyaux (Abricot et pêche).

Depuis 4000 ans avant notre ère, les chinois sont les premiers qui disent que plusieurs sortes de Xing (nom chinois de l'abricotier) croissent sur les collines et cultivent dès cette période.

Dans la Chine, d'abricot est gagné de l'Inde, Italie, Grèce et la Route de la soie dans le siècle avant notre ère. L'abricot est connu en Afrique du Nord et en France environ du XV^{ème} siècle (**Tonelli et Gallouin, 2013 ; Lahbari, 2015**).

Un philosophe utopiste (Charles Fourier, 1772-1837) par l'union d'un astronomie anglais (Herschel, 1738-1829) et une poétesse grecque (Sapho, Fin de VII^e- Fin VI^e siècle av notre ère) proposent une théorie de la copulation des asters selon laquelle l'abricot est produit (**Tonelli et Gallouin, 2013**).

2. Définition

L'abricot (*Prunus Armeniaca Linné*) appartient à la classe des fruits climatiques. Il est le troisième fruit à noyau le plus cultivé derrière la pêche et la prune (**Deng et al., 2018**), a un goût attrayant, noyau plus cultivé, une texture tendre (**Deng et al., 2018**), riche en β -carotène, d'acide ascorbique, de fer, de potassium, de fibres et de sucres (**Wei et al., 2014**)

Les fruits d'abricot sont très périssables avec une très courte durée de conservation dans des conditions ambiantes et réfrigérées. Le séchage est la méthode la plus utilisée pour prolonger la durée de vie des abricots (**Deng et al., 2018**)

L'abricot est devenu un produit d'intérêt au cours des dernières années en raison de son avantage nutritionnel et pour la santé (**Wei et al., 2018**).

3. Description du fruit d'abricot

Le fruit de l'abricotier est une drupe, charnu, à un noyau (libre, ovale, comprimé et il est contient une graine « l'amande ») (**Tonelliet et Gallouin, 2013**), caractérisé par une peau veloutée, une chair charnue, sucrée, parfumée, de couleur jaune orangée (**Bahlouli et al., 2008**).

La partie externe est péricarpe (mésocarpe (la pulpe) est un tissu qui devient mou lorsque le fruit est mûr et l'épicarpe (la peau) est mince), la partie interne est endocarpe (le noyau) qui entoure et protège la graine (**Grimplet, 2004**).

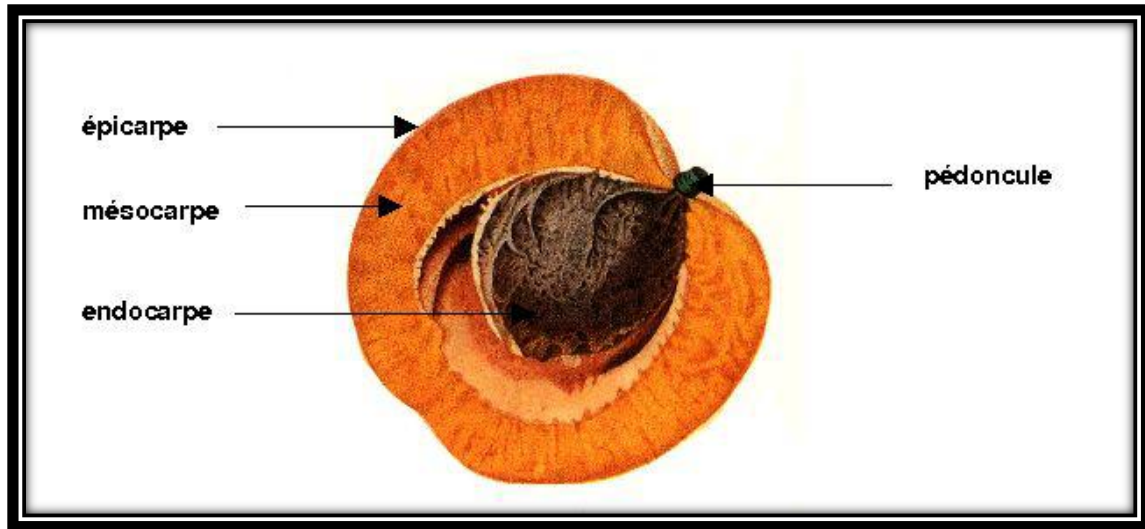


Figure 7 : Schéma d'une coupe longitudinale d'abricot à maturité (Grimplet, 2004).

Conservation de fruit

Avant le séchage des abricots, il existe à leur conservation deux méthodes :

-Réfrigérateur : une semaine tout au plus dans un sac de plastique.

-Congélateur : couper en deux, enlever le noyau, mettre dans des sacs en plastique et faire au congélateur (Bahlouli et al., 2008).

4. Composition biochimiques des abricots

4.1. Acide organique

Les acides organiques les plus abondants sont : les acides maliques, acides citriques. L'acide quinine (n'est pas toujours présent) (Frantianni et al., 2017).

Synthèse bibliographique

Tableau 2: Les valeurs nutritionnelles des acides organiques (**Frantianni et al., 2017**).

Les acides organiques	Les valeurs nutritionnelles
Acide malique	2.8 à 26.6 mg/g
Acide citrique	0.18 à 20.5 mg/g
Acide isocitrique	0.01 à 0.17 mg/g
Acide succinique	0.01 à 0.12 mg/g
Acide fumarique	1.6 à 6.7 mg/g
Acide shikimic	5.3 à 13.2 mg/g

4.2. La teneur en polyphénols et activité antioxydante

Les polyphénols sont l'une des principales sources d'activité antioxydante, jouent un rôle dans la couleur et le goût des fruits d'abricotier.

Dans les abricots, la quantité de polyphénols totaux est variable, les composés phénoliques présents dans l'abricot sont : l'acide gallique, l'acide chlorogénique, l'acide néochlorogénique, l'acide caféique, l'acide p-coumarique, l'acide férullique, la catéchine, la quercétine 3-galactoside, la quercétine 3-glucoside et la quercétine 3-rutinoside.

L'acide chlorogénique, catéchine et la rutine sont les substances photochimiques les plus abondantes trouvées dans plusieurs variétés d'abricots.

Les polyphénols pourraient également changer selon le stade de maturité du fruit, les fruits non mûrs présentaient un taux plus élevé de polyphénols (**Frantianni et al., 2017**).

4.3. Les minéraux

L'abricot est une source de neuf minéraux notamment Zn, Ca, Fe, Fe, Mg, Na, Mn, P et K.

Les abricots frais sont riches en potassium, qui augmente chez les abricots secs (le potassium permet de maintenir un bon équilibre hydrique et la fonction musculaire et contribue à réguler le rythme cardiaque).

Les abricots secs sont riches de fer, par contre les abricots frais fournissent de petites quantités de fer (**Frantianni et al., 2017**).

4.4. Les vitamines et les caroténoïdes

Les abricots secs et frais sont très acides et représentent une excellente source de provitamine A, principalement β -carotène. Les abricots frais, la pulpe peut contenir environ 16 mg de β -carotène/ 100g des abricots frais, 100g des abricots secs peuvent même contenir de 33.5 de β -carotène (Frantianni et al., 2017).

La teneur en β -carotène de l'abricot sec permet de fournir de la vitamine A qui, est essentiel pour la croissance cellulaire, le fonctionnement du système immunitaire et la santé des yeux (Frantianni et al., 2017).

Les autres caroténoïdes importants présents dans les abricots sont : le phytoène et le phytofluène, qui représentent les caroténoïdes les plus abondants chez les abricots (Frantianni et al., 2017).

5. Les différentes méthodes de séchage des abricots

Le séchage consiste à déshydrater les fruits frais pour faciliter la conservation et leur stockage, il est réalisé en industrie ou traditionnelle (Bahlouli et al., 2008).

1. Les méthodes industrielles

➤ Le séchage au four

Cette méthode est caractérisée par une très grande consommation de l'électricité.

Selon la quantité des fruits, en chauffant le four entre 50 à 60°C, déposant les abricots pendant 10 à 12 heures et gardant la porte d'entrouverte pour que l'humidité puisse s'échapper.

On peut rendre l'eau qu'ils ont perdue par trempage dans l'eau tiède. Eviter de mettre trop d'eau pour ne perdent pas leurs propriétés nutritives.

La qualité des fruits est importante dans cette méthode, les abricots épluchés possèdent une température plus haute que les abricots non épluchés (Bahlouli et al., 2008).

➤ Le séchage par un séchoir

Cette opération s'effectue manuellement :

✓ Lavage des abricots frais

L'utilisation d'un lavage permet d'éliminer les poussières et les insectes. Il faut garantir une hygiène constante pour éviter le développement des micro-organismes.

Les abricots frais sont prolongés dans un bain d'eau chlorée à raison de 100 ppm, frottés délicatement et rincés par l'eau claire. Ils sont déposés dans deux barils, chaque

Synthèse bibliographique

baril a la capacité de 50L à raison de 25 kg d'abricot frais et 2.5g de chlore dissout en pastille par baril et le complète par l'eau (**Bahlouli et al., 2008**).

✓ **Dénoyautage**

Cette étape est réalisée manuellement par des outils tranchants (**Bahlouli et al., 2008**).

✓ **Soufrage**

L'étape de sulfitage est utilisée pour assurer une meilleure hygiène, la modification de la structure du produit est utilisée pour simplifier le séchage et éviter la contamination microbienne et les dégradations biochimiques par des prétraitements (**Bahlouli et al., 2008**).

✓ **Organisation de l'unité**

L'unité est constituée d'un bureau, une pièce de stockage de fruits frais, hall de prétraitement, une pièce d'emballage/stockage des fruits secs et un séchoir (en bois) (**Bahlouli et al., 2008**).

✓ **Tri après séchage**

Cette étape permet de éliminer les produits hors normes au niveau de la couleur, la texture et la forme. Ensuite, le conditionnement des abricots doit rapidement suivre (**Bahlouli et al., 2008**).

✓ **Le conditionnement**

Le conditionnement des abricots est réalisé manuellement dans différents types d'emballages comme : barquettes en bois, barquette en polystyrène, barquette en carton, sachet en plastique ou en papier (**Bahlouli et al., 2008**).

2. Méthode traditionnelle du séchage des abricots : le séchage solaire

Le séchage solaire s'effectue traditionnellement sur les toits des maisons, l'air libre durant 3 semaines.

La période de séchage des abricots est réalisée durant les mois suivant Juin, Juillet, Août car les conditions climatiques sont favorables au séchage (l'ensoleillement est d'environ 350 heures par mois (Juin, Juillet, Août).

Cette méthode de séchage est peu coûteuse et améliore la qualité des abricots (**Bahlouli et al., 2008**).

Synthèse bibliographique

6. Intérêt médical des abricots secs

- Diminuer le risque des maladies cardio-vasculaires, cancer de côlon et d'autres maladies chroniques.
- Il est efficace pour la constipation, parce qu'il est riche en fibre et vitamine A.
- L'abricot sec est riche en source de potassium contre les crampes (**Bahlouli et al., 2008**).

An orange scroll graphic with a black circular fastener at the top right and a black circular hole at the top left. The text is centered on the scroll.

**MATERIEL ET
METHODE**

I. Objectif

Ce travail expérimental a été réalisé au niveau du laboratoire de recherche **LAMAABE –Université Tlemcen-**

Le but de ce travail consiste à préparer un nouveau produit alimentaire utile pour la santé et étudier ses caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles (incorporation des graines de lin concassées et les abricots secs dans un lait fermenté type yaourt).

II. Vérification de la présence du *Sc. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* dans le ferment lactique

Les ferments utilisés dans la préparation du yaourt à base des graines de lin et des abricots secs sont des ferments de l'industrie, qui ont été donnés par le professeur **Belyagoubi Larbi**. Pour vérifier la présence du *Sc. thermophilus* et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*, on a mis un peu de poudre de ferment dans un tube contient 5ml de bouillon M17 pour *Sc. thermophilus* et d'autre tube contient 5ml de bouillon MRS et l'incubé à 37°C pendant 24h. Après incubation, à l'aide d'une anse de platine on a ensemencée par la méthode des stries la suspension bactérienne sur les boîtes déjà coulées par la gélose M17 et MRS et les incubées à 42°C pour M17 pendant 48h et pour MRS pendant 48h à 72h.



Figure 8 : L'ensemencement de la suspension bactériens par stries sur la gélose M17 et MRS après incubation des bouillons M17 et MRS (**Originale, 2019**).

II.1. Caractérisation des bactéries

Matériel et méthode

1.1. L'examen macroscopique et microscopique

L'examen macroscopique des colonies est le premier examen utilisé pour déterminer les caractères morphologiques des bactéries (la taille, la forme, la couleur, l'aspect...). Ensuite, l'analyse microscopique se fait à l'aide d'une coloration de Gram (c'est une coloration double, qui permet d'observer la forme, le mode de regroupement, la mobilité des cellules et leurs Gram avec un grossissement de 100) (Cisse *et al.*, 2016).

1.2. Test de la catalase

Le test de catalase facilite la détection de l'enzyme catalase dans les bactéries. Cette enzyme possède une propriété de décomposer le peroxyde (H_2O_2) et dégagement d' O_2 selon la réaction suivante (Reiner, 2016) :



Une seule colonie a été isolée à l'aide d'une anse de platine puis striée sur une lame de verre et une goutte de l'eau oxygénée. Une catalase⁺ est révélée par un dégagement de bulles d'air, s'il n'y a pas de bulles d'air c'est une catalase⁻ (Hamzehlou *et al.*, 2018).

III. Préparation des matériels végétaux

1. Préparation des graines de lin

Les graines de lin ont été nettoyées, lavées pour éliminer la poussière, séchées à l'air, grillées, broyées à l'aide d'un mortier et stockées dans un bocal en verre.



-A-

-B-

Figure 9 :(A) photographie des graines de lin (B) photographie des graines du lin concassées (Originale, 2019).

2. Préparation des abricots secs

Matériel et méthode

Les abricots secs ont été coupés en petits morceaux, cuit à la vapeur pendant 10 min à 15 min pour garder leurs caractéristiques nutritionnelles, refroidis et stockés dans un bocal en verre.



Figure 10 : photographies des abricots secs (Originale, 2019).

IV. Les étapes de fabrication du yaourt à base des graines de lin et les abricots secs

1. Préparation du levain lactique

Le yaourt a été réalisé à partir d'un lait entier pasteurisé additionné de 30g/l de sucre et enrichi de 30g/l de la poudre de lait écrémé pour accroître la consistance et obtenir un yaourt bien ferme.

Le lait enrichi, sucré a subi un traitement thermique à 92°C pendant 5 min. Ce lait a été refroidi à la température de la fermentation généralement 45°C,ensemencé par 1g de ferments lactiques sous forme de poudre (*Sc thermophilus et Lb .bulgaricus*) et 1 pot du yaourt nature.

Le lait a subi une pré-incubation à 45°C pendant 1h, le levain est prêt pour la fabrication du yaourt.



Figure 11: photographie de la préparation du levain lactique (Originales, 2019).

2. Incorporation des graines de lin concassé

Après incubation, le lait a été incorporé par 10g des graines de lin concassées et étuvé à 45°C pendant 3h à 4h.

3. Brassage, refroidissement et conditionnement de yaourt

Le yaourt préparé a subi un brassage du caillé à l'aide d'une plaque d'agitation pour rendre le caillé onctueux.

Une fois le brassage terminé, le caillé a été additionné par 15g d'abricots secs en petits morceaux et conditionné en pots et rapidement refroidi à une température inférieure à 10°C.

4. Conservation

Ce produit laitier peut se conserver environ 3 semaines à 4°C sous réserve d'être maintenu au froid.



Figure 12 : Photographie du yaourt après la conservation (Originale, 2019).

Matériel et méthode

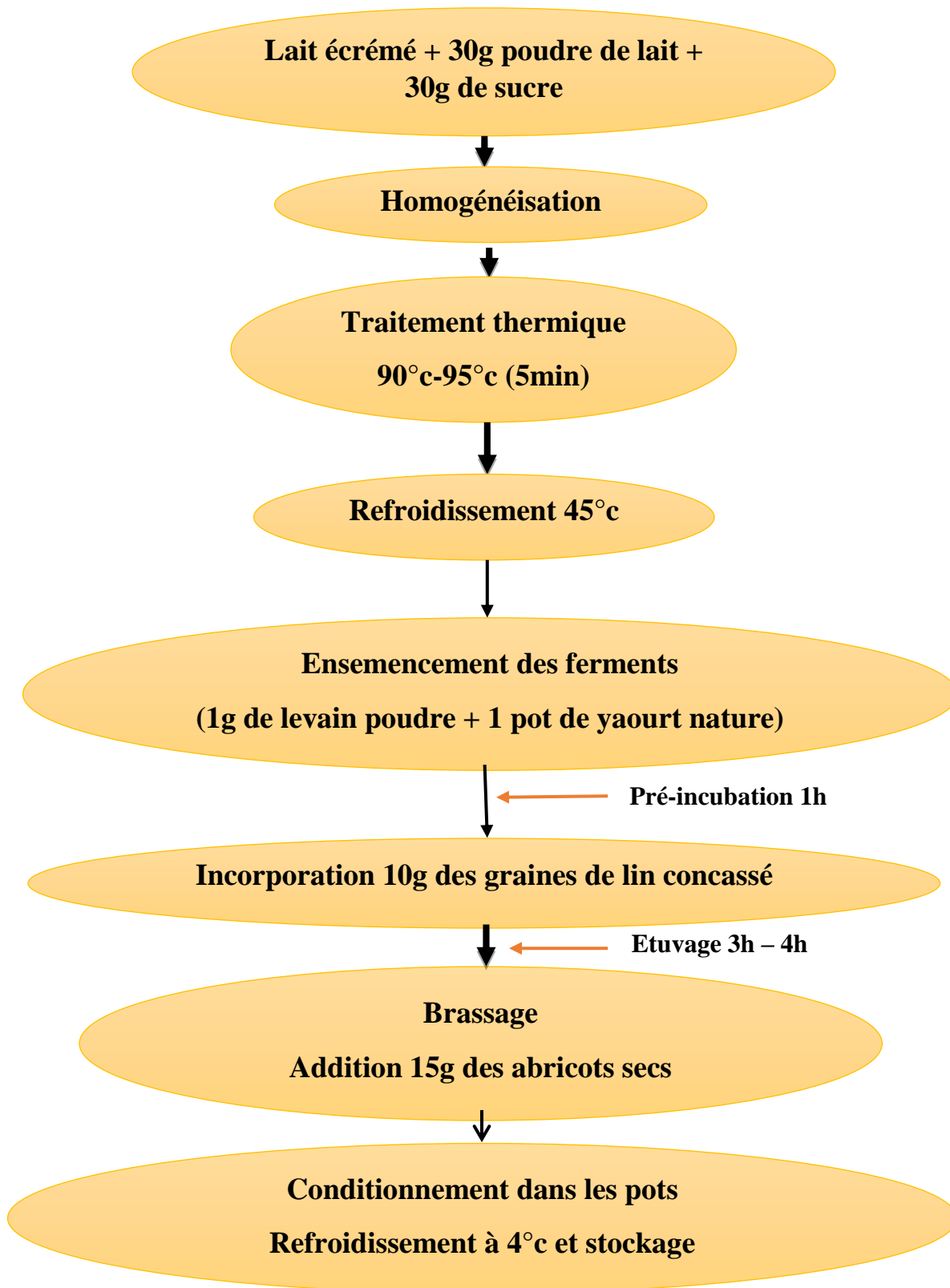


Figure 13: Diagramme de fabrication du yaourt à base des graines de lin et abricots secs (Originale, 2019).

V. Les analyses physicochimiques

1. Mesure du pH

Le potentiel hydrogène (pH) est définie comme le logarithme inverse de la concentration en ions hydrogène libres : $\text{pH} = \log_{10} 1/ [\text{H}^+]$. Cette analyse a pour but de mesurer l'acidité ou la basicité de ce yaourt (Schott, 2006).

Le pH normal du yaourt est entre 4.2 et 4.7. La mesure du pH est effectuée à l'aide d'un pH mètre étalonné avec deux solution l'une basique est l'autre acide (pH=7 et pH=4) à une T° de 20°C.

La valeur du pH est lue directement sur l'écran de l'appareil (Arioui et al., 2017).

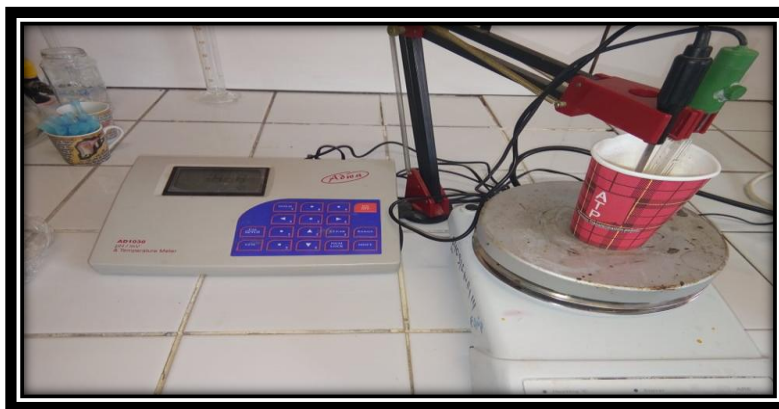


Figure 14: Détermination du pH du yaourt brassé au graines de lin concassées et les abricots secs (Originale, 2019).

2. Mesure de l'acidité dornic

L'acidité du yaourt est un indicateur de l'activité des bactéries lactiques, l'acidité finale du yaourt brassé doit être comprise entre 80°D et 110°D (Gret, 2002).

Le but de cette analyse est mesuré la quantité de l'acide lactique présente dans ce produit laitier.

Elle est déterminée par la titration du yaourt avec la soude de NaOH en utilisant la phénolphtaléine comme indicateur coloré, la valeur de l'acidité dornic est exprimée en degré dornic (Arioui et al, 2017).

Mode opératoire

A l'aide d'une seringue stérile, on a prélevé 10ml du yaourt préparé, ajoutée quelques gouttes de phénolphtaléine puis, on a dosé le yaourt par la soude NaOH N/9 jusqu'à l'obtention d'une couleur rose pâle et notée le volume de NaOH.



Figure 15: Détermination de l'acidité dornic du yaourt brassé au graines de lin concassées et les abricots secs (Originale, 2019).

Les résultats de l'acidité sont exprimés en degré dornic selon la formule suivante:

$$D^{\circ} = 10.V$$

- **D°** : L'acidité en degré dornic.
- **V** : Le volume de la soude NaOH nécessaire pour doser le yaourt (ml).

3. Mesure de la viscosité

La viscosité est mesurée par l'utilisation d'un viscosimètre à bille normalisé tombante utilisant un tube en verre et un chronomètre, la valeur de la viscosité est exprimée en Pascal seconde (Pas) (Arioui et al., 2017).

Mode opératoire

Premièrement, le tube cylindrique a été rempli par le yaourt préparé. Puis, on laisse tomber la bille sphérique lentement dans le tube et on a mesurée le temps entre le point de départ et le point d'arrivée par un chronomètre.



Figure 16: Détermination de la viscosité du yaourt brassé au graines de lin et les abricots secs (**Originale, 2019**).

Les résultats de la viscosité sont calculés à l'aide de la formule suivante :

$$\eta = C \Delta t$$

- η : La viscosité dynamique (Pas).
- C : Le constant qui dépend des propriétés de la bille.

$$C = 2 \cdot r^2 (\rho_1 - \rho_2) \cdot g / 9 \cdot L$$

- ✓ r : Le rayon de la bille (m).
 - ✓ L : La distance parcouru par la bille (m).
 - ✓ g : Le constant de la gravité tel que $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
 - ✓ ρ_1 : La masse volumique de la bille ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$).
 - ✓ ρ_2 : La masse volumique du yaourt ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$).
- Δt : Le temps entre le départ et l'arrivé de la bille (s).

VI. Les analyses microbiologiques

1. Les dilutions décimales :

Pour faire l'étude qualitative et quantitative de la microflore présente dans le yaourt, il faut effectuer des dilutions en séries (en cascade) pour réduire progressivement la charge microbienne de la solution mère afin de rendre les colonies dénombrables (**Maha et al., 2016**).

D'abord il faut agiter le yaourt pour qu'il devient plus liquide, à l'aide d'une micropipette de 1000 μl transférer 1ml de yaourt dans un tube à essai contenant 9ml de

Matériel et méthode

l'eau physiologie stérile pour obtenir la solution mère. Le tube de cette dernière a été agité par un Vortex, avec un nouvel embout stérile de la micropipette on a prélevé 1ml de cette solution et on l'introduit dans un nouveau tube de diluant de 9ml de l'eau physiologie, on obtient une dilution 10^{-1} et ainsi de suite jusqu'au niveau de dilution 10^{-5} .



Figure 17: Les dilutions préparées pour le dénombrement (Originale, 2019).

2. Dénombrement de la flore lactique du yaourt:

2.1. *Streptococcus thermophilus*:

Le comptage de cette bactérie se fait sur le milieu M17, la technique est la suivante :

- Inoculer 1ml des dilutions 10^{-3} dans les boîtes de Pétri.
- Couler par la gélose qui refroidi à 44°C - 47°C .
- Bien homogénéiser et laisser solidifier.
- Mis les boîtes de Pétri dans l'étuve à 42°C pendant 48h.

2.2. *Lactobacillus bulgaricus*:

Le dénombrement de cette bactérie se fait sur le milieu MRS et l'incubation se fait à 42°C pendant 48h-72h. Pour l'ensemencement sont les mêmes étapes du *Sc. thermophilus*.

3. Recherche de La flore pathogène dans le yaourt

Staphylococcus aureus :

Pour la recherche de *S. aureus* :

- Couler les boîtes de Pétri par Baird Parker la et le laisser solidifier.
- A l'aide d'une micropipette prélève $100\mu\text{l}$ de la dilution
- Ensemencer le prélèvement sur la gélose à l'aide d'un râteau.
- Mettre à l'étuve les boîtes de Pétri pendant 24h à 37°C .

4. Recherche des autres microorganismes:

4.1 La recherche des *germes totaux*

Pour la recherche de ces germes, on a suivi les étapes suivantes:

- Couler les boîtes de Pétri par la GN et le laisser solidifier.
- A l'aide d'une micropipette prélever 100µl de la dilution
- Ensemencer le prélèvement sur la gélose à l'aide d'un râteau.
- Mettre à l'étuve les boîtes de Pétri pendant 24h-48h à 37°C.

4.2. *Coliformes et Entérobactéries* :

La recherche des *coliformes* se fait sur le milieu VRBL et les *Entérobactéries* sur le milieu VRBG, la technique est la suivante :

- Inoculer 1ml de la dilution dans les boîtes de Pétri.
- Couler par la gélose qu'elle est refroidi à 44°C -47°C.
- Bien homogénéiser et le laisser solidifier.
- Couler une seconde couche de cette gélose et lisser solidifier.
- Mettre à l'étuve les boîtes de Pétri à 37°C pour les *coliformes totaux*, à 44°C pour les *coliformes thermotolérants* pendant 24h et à 37°C pour les *Entérobactéries* pendant 24h.

VII. Les analyses sensorielles

Pendant toute la période de la post acidification (7^{ème}, 14^{ème} et 21^{ème} j) de stockage à 4°C du yaourt à base des graines du lin et les abricots secs, la qualité organoleptique de ce yaourt expérimental a été évaluée par un jury de panélistes avec une échelle de questions selon les paramètres suivants :

1. **Gout sucré et acide** : Le dégustateur est appelé pour goûter le yaourt aux graines du lin et les abricots secs et évaluer le taux de la sucrosité et l'acidité de ce produit.
2. **La couleur**: Le panéliste est appelé pour préciser la couleur du yaourt.
3. **La texture**: Les yaourts sont caractérisés par le caractère épais et nappant alors, le panéliste est appelé pour noter la texture en bouche de ce produit laitier.
4. **La quantité des abricots secs et les graines du lin**: Le panéliste est apprécié la quantité des abricots secs et les graines du lin de ce produit.

VIII. Traitements statistiques

Les données obtenues des analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles ont été évaluées statistiquement par le test de variance (ANOVA), alors qu'un seuil statistiquement significatif $P < 0.05$.

An orange sticky note graphic with a vertical tab on the left side and two black circular punch holes at the top corners. The text is centered on the note.

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Caractérisation des bactéries

1. L'examen macroscopique

L'observation macroscopique des colonies sur la gélose M17 montrent des colonies de petites tailles, rondes à bords réguliers, moins bombées et de couleur blanchâtre. Pour les colonies de la gélose MRS, elles sont plus grandes que les autres colonies avec un diamètre de 0.5mm à 1mm, un contour irrégulier et de couleur blanchâtre.



Figure 18: l'aspect macroscopique des colonies développées sur milieu M17
(Originale, 2019).



Figure 19: l'aspect macroscopique des colonies développées sur milieu MRS
(Originale, 2019).

2. L'examen microscopique

La coloration de Gram a été réalisée sur les colonies obtenues en milieu M17 et MRS. L'aspect microscopique des bactéries sont à Gram⁺ et non-mobile pour les 2 types de bactéries mais il y'a une différence de forme et de groupement. Les colonies développées sur milieu M17 sont des coques, petites tailles et disposées en chaînes ou par paires. Pour les colonies qui développées sur milieu MRS sont des bâtonnets généralement courtes chaînes ou isolées.

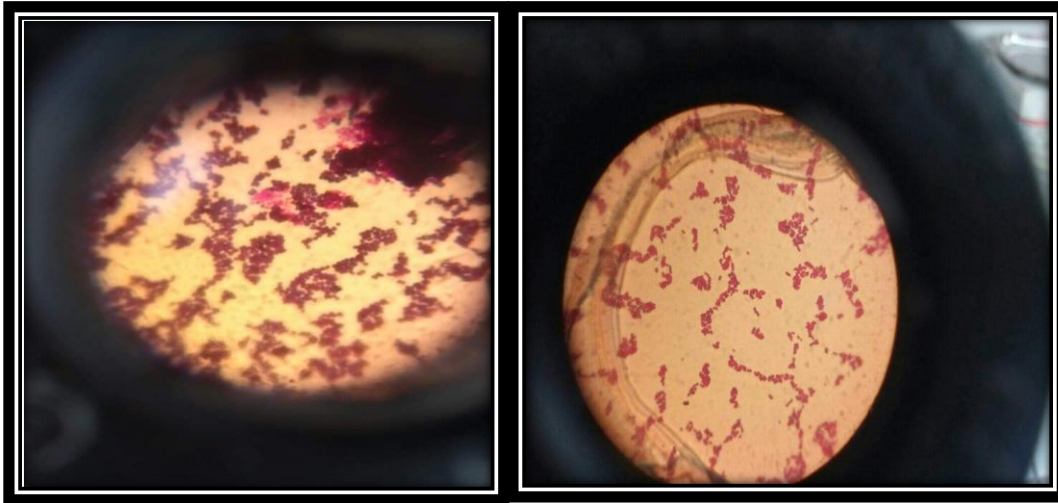


Figure 20: Aspect microscopique des bactéries développées sur milieu M17
(Originale, 2019).

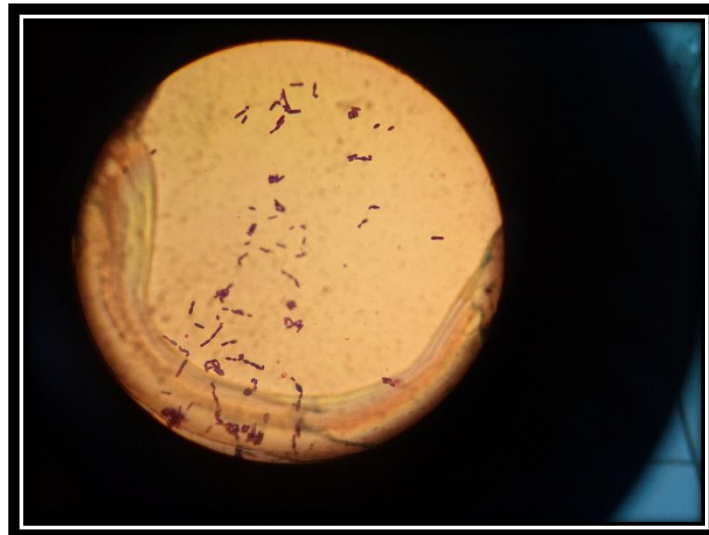
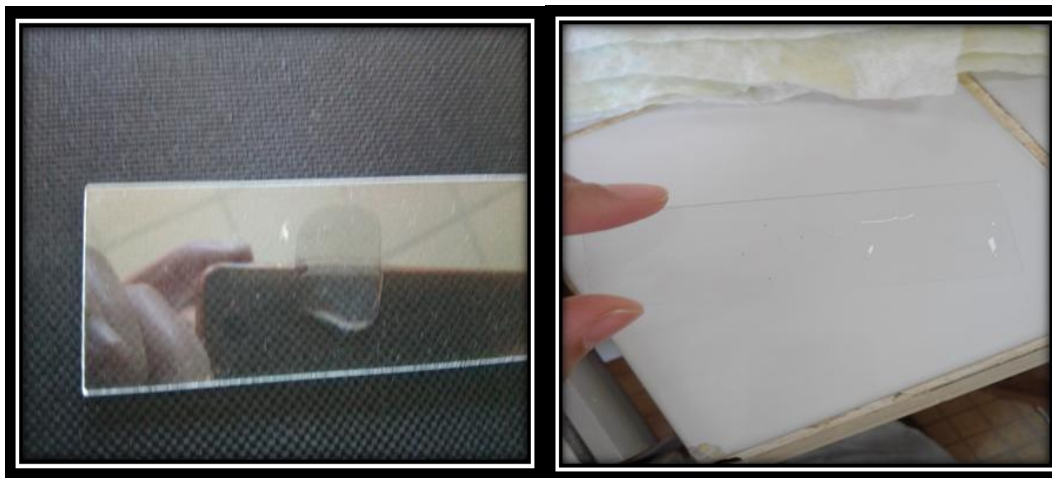


Figure 21: Aspect microscopique des bactéries développées sur milieu MRS
(Originale, 2019).

3. Test catalase

Au cours du test de la catalase, aucune bulle n'a été observée, nous pouvons dire que les 2 types des bactéries isolées ne peuvent pas intervenir dans la décomposition de H_2O_2 pour produire de l' O_2 et qu'elles sont catalase⁻.



(A)

(B)

Figure 22: les résultats de tests catalase : (A) la bactérie développée sur milieu M17, (B) la bactérie développée sur milieu MRS (Originale, 2019).

Selon le journal officiel Algérien et après les tests préliminaires par des méthodes classiques (l'examen macroscopique, microscopique et le test catalase), les bactéries développées sur milieu M17 appartenant au genre *Sc. thermophilus* et les bactéries développées sur la gélose MRS sont des *Lb. bulgaricus*.

II. Les analyses physicochimiques

Les résultats des analyses physicochimiques sont représentés dans le tableau suivant :

Résultats et discussions

Tableau 3: Evolution des valeurs du pH, acidité dornic et viscosité du yaourt aux graines du lin concassées et les abricots secs.

Paramètres recherchés	La période de la conservation			
	J ₁	J ₇	J ₁₄	J ₂₁
pH	4.93	4.78	4.70	4.66
Acidité dornic (D°)	85	90	95	109
Viscosité (Pas)	6.0321	10.421	11.484	11.388

1. pH

Au cours de la période de stockage à 4°C de ce yaourt, l'évolution des valeurs du pH sont caractérisés par une diminution de 4.93 à 4.66 au 21^{ème} jour.

D'après ces résultats, on remarque qu'il y a un effet sur le pH du yaourt. Donc les abricots secs ajoutés diminuent le pH puisque ces derniers sont très acides (**Frantianni et al., 2017**), et la capacité des bactéries de fermenter le lactose et d'acidifier le yaourt en abaissant le pH (**S a, 2009**).

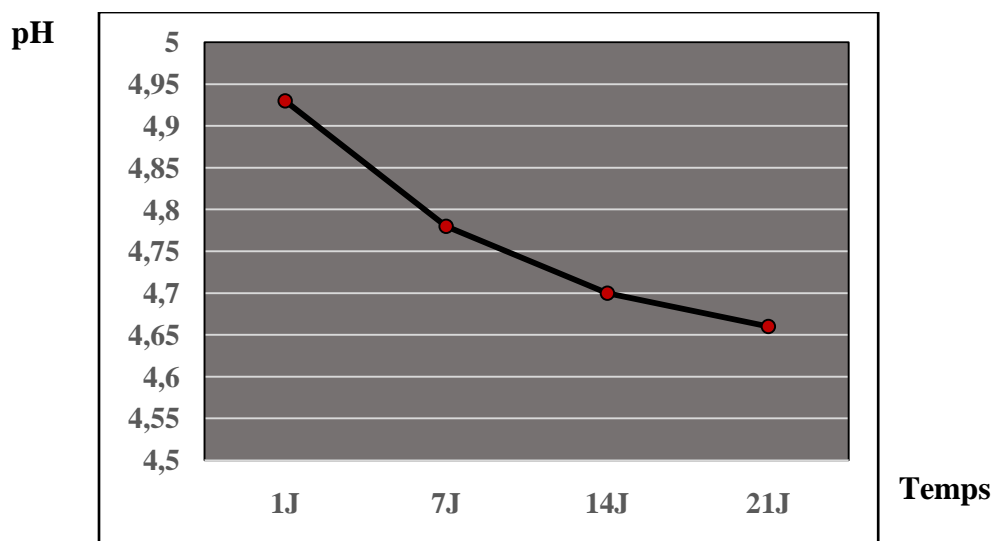


Figure 23: Évolution des valeurs du pH en fonction du temps (J) du yaourt aux graines de lin concassées et les abricots secs pendant le stockage.

2. L'acidité dornic

L'évolution des valeurs obtenues de l'acidité dornic du yaourt augmente de 85°D à 109°D pendant la durée de stockage. Ces valeurs concordent avec celles rapportées par (Gret, 2002) et qui sont comprise entre 80°D à 110°D pour le yaourt brassé.

L'augmentation de l'acidité de ce produit lactique est due à la production de l'acide lactique et des autres acides provenant de la dégradation microbienne du lactose (Aniot et al., 2002).

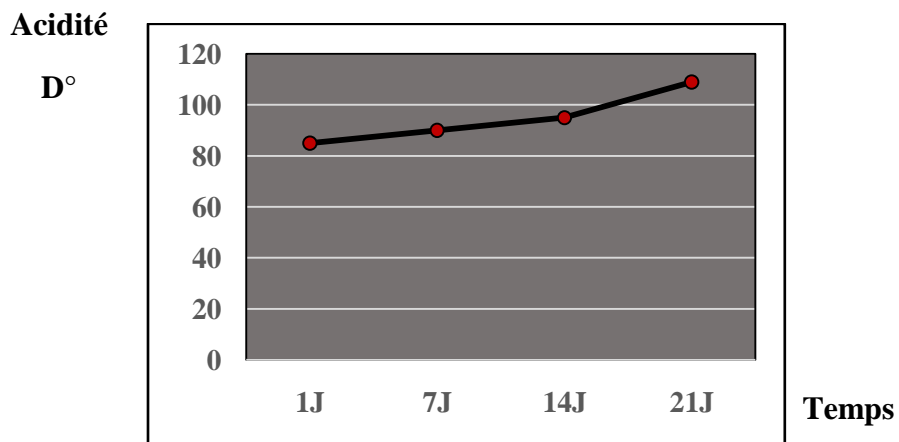


Figure 24: Évolution des valeurs d'acidité Dronic en fonction du temps (J) du yaourt aux graines de lin concassé et les abricots secs pendant le stockage.

3. Viscosité :

Durant la période de conservation à 4°C, les résultats de viscosité du yaourt montrent une croissance des valeurs de 6,0321 Pas jusqu'à 11,484Pas.

Ce changement des valeurs de la viscosité du yaourt est due à la libération des polysaccharides au cours de la fermentation lactique (Branger et al., 2007) et ainsi, la quantité des graines de lin ajoutées donne au liquide une viscosité suffisante en raison de leur mucilage (Bouilly et al., 1851).

Résultats et discussions

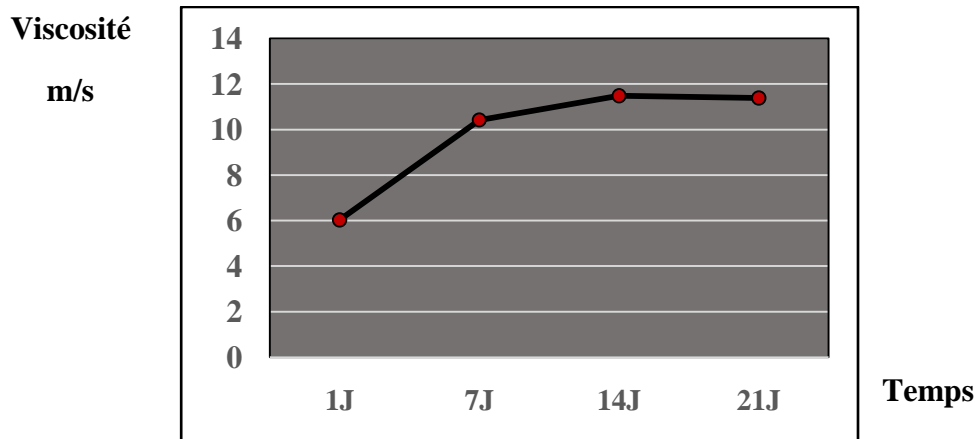


Figure 25: Évolution des valeurs de viscosité en fonction du temps (J) du yaourt aux graines de lin concassées et les abricots secs pendant le stockage.

III. Les analyses microbiologiques

Les résultats obtenus des analyses microbiologiques sont illustrés dans les tableaux suivants :

Tableau 4: Évolution de nombres de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* du yaourt aux graines de lin concassées et les abricots secs (10^3 UFC/ml).

Les micro-organismes recherchés	La période de conservation			
	J ₀	J ₇	J ₁₄	J ₂₁
<i>Sc. thermophilus</i> 10^3 UFC/ml	286	254	235	200
<i>Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus</i> 10^3 UFC/ml	94	70	62	49

Résultats et discussions

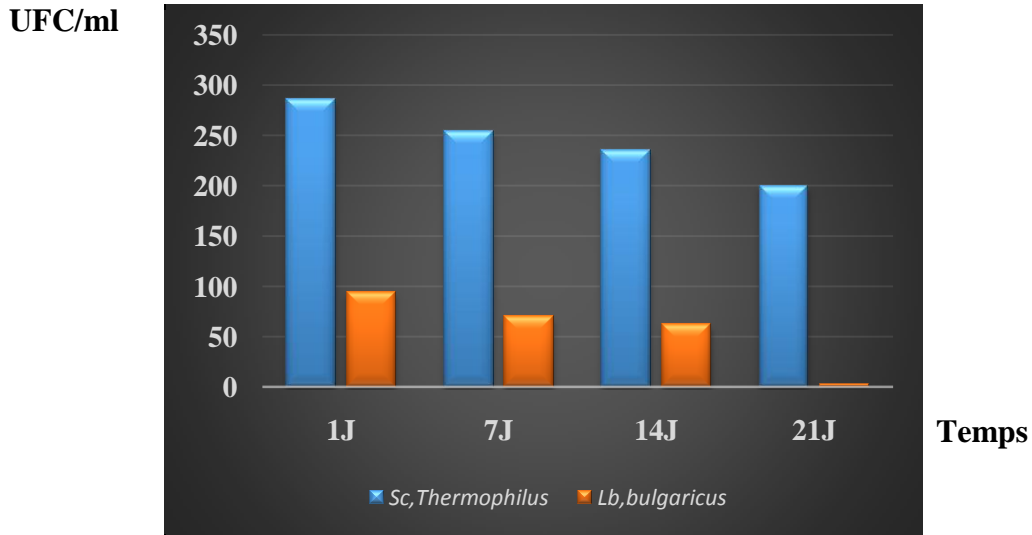


Figure 26: Evolution du nombre de *Sc. thermophilus* et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* du yaourt aux graines de lin concassées et les abricots secs (10^3 UFC/ml).

Tableau 5: Évolution du nombre de *Staphylococcus aureus*, *Entéro bacté rie*, *coliforme*, *Germes totaux* du yaourt aux graines de lin concassé et les abricots secs (10^3 UFC/ml).

Jour	Les micro-organismes recherchés			
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Entéro bacté rie</i>	<i>Coliforme</i>	<i>Germes totaux</i>
J₀	Absents	Absents	Absents	1

La flore microbienne du yaourt a été dénombrée au cours de la conservation (J₀, J₇, J₁₄ et J₂₁) à température de stockage 4°C. Les échantillons examinés contiennent une charge variable de la flore lactique, au 1^{er}J à obtenu une valeur maximale 286.103 UFC/ml pour *Sc. thermophilus* et 94.103 UFC/ml pour *Lb. bulgaricus* puis le nombre diminue au cours du temps jusqu'à la disparition après 21^{ème}J c'est la date de DLC.

Cette variation peut également dépendre de la quantité de fermentsensemencés et leur qualité. L'effet de pH plus élevé sur la vitalité des bactéries surtout *Sc. thermophilus* (Maiwore et al., 2018).

L'absence de la flore pathogène dans les échantillons analysés de yaourt pourrait s'expliquer par le respect des règles d'hygiène pendant la fabrication de yaourt, la stérilisation des ustensiles utilisés et la qualité de laits (Maiwore et al., 2018).

Résultats et discussions

IV. Les analyses sensorielles

Afin d'évaluer le yaourt par les consommateurs (n=20), une analyse hédonique a été réalisée sur ce produit. Les profils sensoriels résultants de cette analyse sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6: Evaluation des propriétés sensorielles du yaourt additionné aux graines de lin et les abricots secs de stockage au froid à 4 ° C.

Critère	Absente	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Sucrosité	10%	50%	40%	0%	0%
Acidité	25%	5%	60%	10%	0%
La quantité des graines du lin et abricot sec	0%	10%	75%	15%	0%

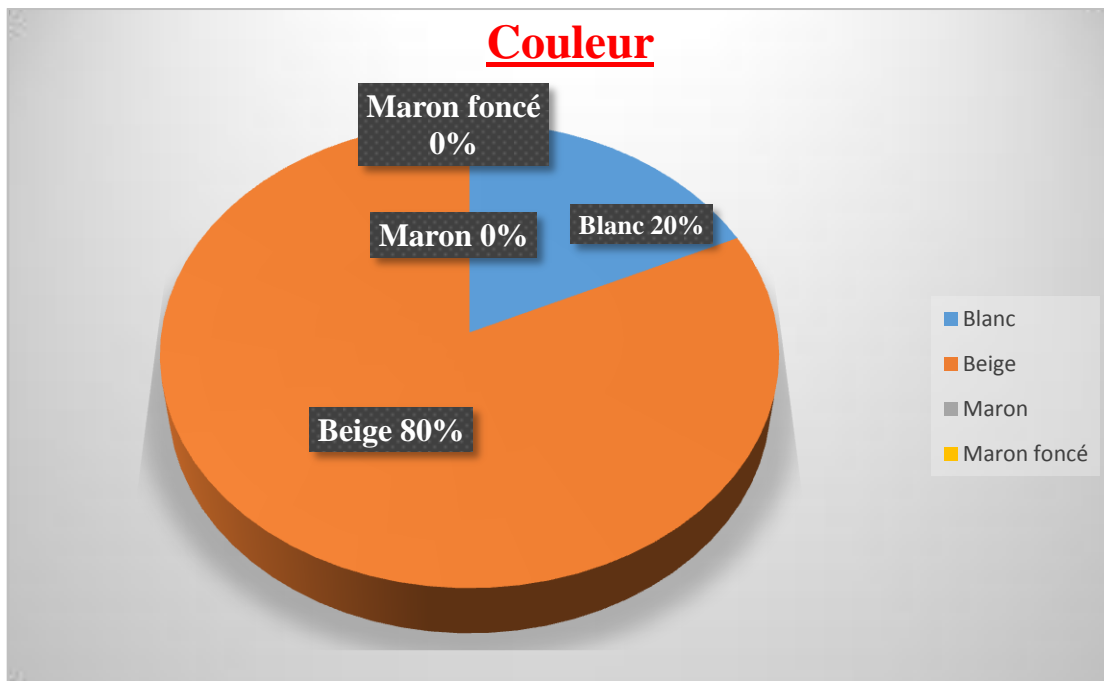


Figure 27 : Evaluation de la couleur du yaourt additionné aux graines de lin et les abricots secs de stockage au froid à 4 ° C.

Résultats et discussions

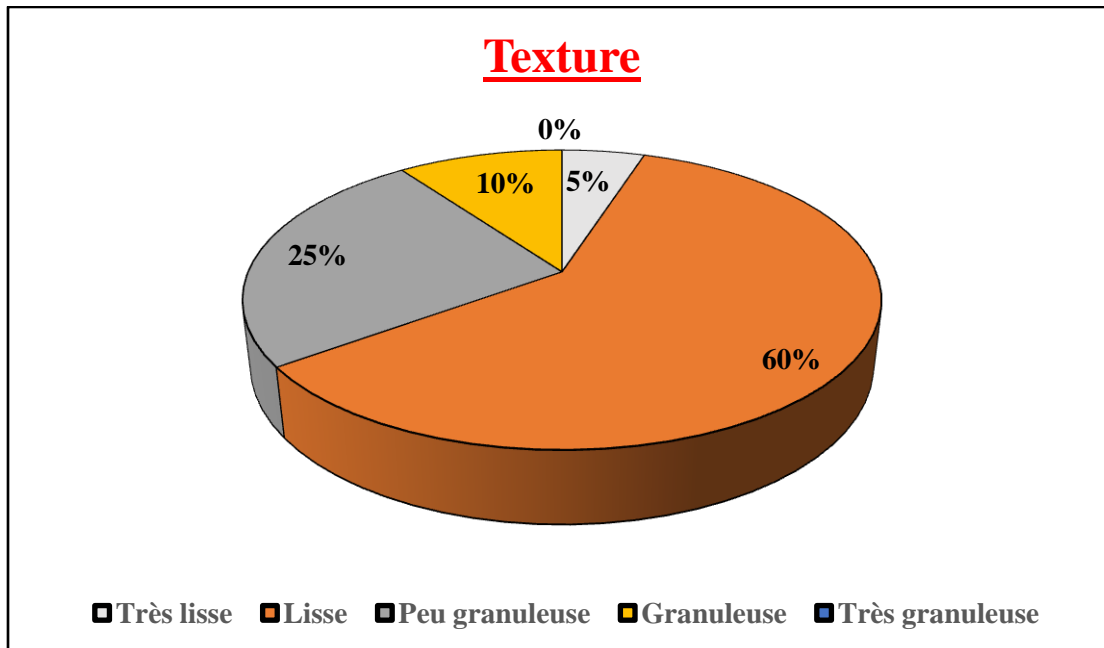


Figure 28: Evaluation de la texture du yaourt additionné aux graines de lin et les abricots secs de stockage au froid à 4 ° C.

Pour réaliser cette évaluation sensorielle descriptive, il vous a proposé un langage sensoriel. Chaque critère est mesuré en fonction d'une échelle de notation :

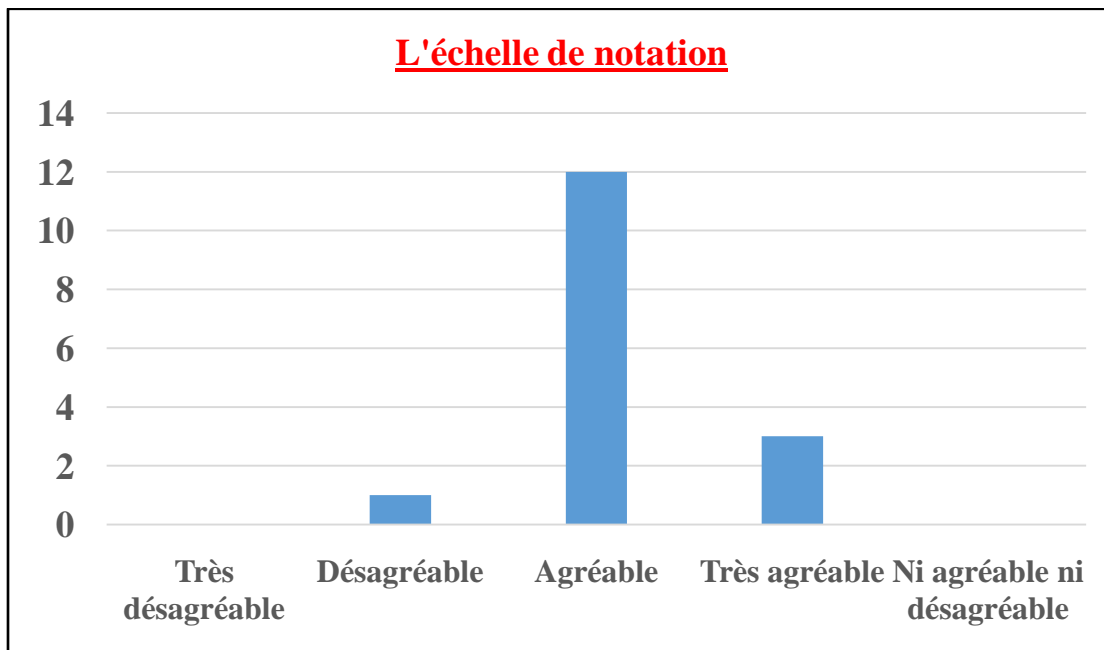


Figure 29: l'échelle de notation du yaourt préparé.

1. Goût

D'après les résultats des analyses sensorielles du yaourt à base des graines de lin et les abricots secs.

La plupart de dégustateurs montrent que la sucrosité du yaourt est faible due à une faible production du lactose ou le galactose durant la fermentation lactique. 60% de dégustateurs disent que l'acidité du yaourt expérimental est moyenne due à la présence d'acide lactique produit par les bactéries lactiques (*St. thermophilus* et *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus*) au cours de la fermentation lactique (Enklejda, 2004) et l'acidité des abricots secs ajoutés (Frantianni et al., 2017).

2. La couleur et la texture

Au cours de la période de stockage du yaourt à base des graines de lin et les abricots secs à 4°C, les résultats de la couleur et la texture de ce type du lait fermenté expérimental montrent que la majorité des dégustateurs disent que la couleur et la texture du yaourt sont beige et lisse par contre, la minorité des dégustateurs disent que la couleur et la texture du yaourt sont blanche et peu granuleuse. Cette analyse due à la quantité moyenne des abricots secs et les graines de lin ajoutés dans ce yaourt, qui sont remarqués par 75% des dégustateurs.

3. L'échelle de notation

Selon la majorité des panélistes, les résultats de l'échelle de notation du yaourt préparé montrent que ce dernier est agréable donc l'incorporation des graines de lin concassé et les abricots secs améliorent les propriétés nutritionnelles et sensorielles du yaourt préparé.



CONCLUSION

Conclusion

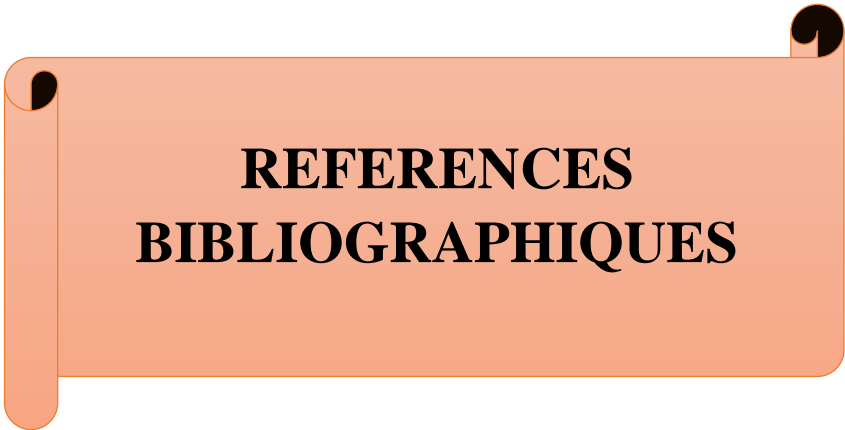
La consommation des yaourts a augmenté dans le monde entier, en raison de sa valeur nutritionnelle, de ses effets thérapeutiques et ses propriétés fonctionnelles.

Les paramètres physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels du yaourt à base des graines du lin et les abricots secs sont réalisés au cours de la période de stockage à 4°C au niveau de Laboratoire de recherche « Tlemcen ».

Les paramètres physico-chimiques montrent que l'acidité dornic augmente progressivement en raison de la présence de l'acide lactique produit durant la fermentation lactique et les abricots secs ajoutés par contre, Le PH est diminué proportionnellement au temps des stockages par l'acidification du yaourt expérimental. Donc les variations du Ph sont inversement à la variation de l'acidité dornic.

D'après les analyses microbiologiques, la quantité de *Sc. thermophilus* est plus élevée proportionnellement par rapport de *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* et l'absence de la contamination du yaourt grâce au respect des règles de l'hygiène et la stérilisation des ustensiles au cours de la production du yaourt.

Les propriétés nutritionnelles et sensorielles sont améliorées par l'ajout des abricots secs et les graines de lin dans la production du yaourt, ces derniers jouent un rôle très important pour la santé notamment le traitement des cancers... donc de préférence de prendre ce yaourt riche en abricots secs et les gaines du lin au lieu des médicaments.

An orange scroll graphic with a dark orange border and a dark orange shadow. The scroll is unrolled in the middle, with the top and bottom edges curled up. The text is centered on the unrolled portion.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- ***Adolfsson O., S.N. Meydani, R.M. Russell.** 2004. Yogurt and gut function. *American Society for clinical Nutrition*. 80: 245-256.
- ***Accolas J.P., R. Bloquel, R. Didienne, J. Regnier.** 1977. Propriétés acidifiantes des bactéries lactiques *thermophiles* en relation avec la fabrication du yoghourt. *Le lait*. 561-562.
- ***Allaby R.G., G.W. Peterson, D.A. Merriwether, Yong-Bi Fu.** 2005. Evidence of the domestication history of flax (*Linum usitatissimum L.*) from genetic diversity of the sad2 locus. *Theor Appl Genet*. 112:58-65.
- ***Aniot J., S. Fournier, L. Lebeuf, P. Paquin, R. Simpson.** 2002. Compositions, propriétés physicochimiques, valeurs nutritives, qualités technologiques et techniques d'analyses du lait. In : **Vingola, C. L** : Science et technologie du lait : Transformation du lait. Ed. Canada: Foisy, Ratel Laprise. P: 1-28.
- ***Arioui F., D. Ait Saada, A. Cheriguene.** 2017. Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of *Citrus Sinensis*. *Food SciNutr*. 5(2):358-364.
- ***Aswal P., A. Shukla, S. Priyadarshi.** 2012. Yoghurt: preparation, characteristics and recent advancement. *Cibtech journal of Bio-Protocols ISSN*. 1 (2): 34-44.
- ***Bahlouli F., A.T Iaba, A. Slamani.** 2008. Etude de différentes méthodes de séchage d'abricot dans la région du Hodna, Wilaya de M'Sila. *Énergie renouvelables SMSTS Alger*. 08 : 61-66.
- ***Branger A., M.M. Richer, S. Roustel.** 2007. *Microbiochimie et alimentation*. Ed. Dijon. Laurence.
- ***Bottazzi V., B. Battistotti, G. Montescani.** 1973. Influence des souches seules ainsi que des traitements du lait sur la production d'aldéhyde acétique dans le yaourt. *Le lait*. 525-526.
- ***Bouillanne C., M.J. Desmazeaud, M. Landon, J.J. Gratadoux, M. Fourier.** 1980. Etude de quelques caractères de souches de *Streptococcus thermophilus* utilisées en fabrication de yoghourt et proposition d'une méthode de classement. *Le lait, INRA Editions*. 60: 458-473.
- ***Bouilly M.M., Bussy, Soubeiran, Henry, F. Boudet, Cap, C. Boutron, Fremy, Guibourt, Boureswil, Buignet, Gobley.** 1851. *Journal de la pharmacie et chimie*. 3Ed : Paris. Masson, p : 98.
- ***Bourlioux P., B. Véronique, M. Denis D.G.** 2011. Yaourts et autres laits fermentés. *Cahiers de nutrition et de diététique*. 46 :305-314.

Références bibliographiques

- ***Camara C.** 2005. Science de la vie et de la terre. 6Ed. Rome. Chapitre 09. Le yaourt un aliment provenant d'une transformation biologique, P : 147- 158.
- ***Chaudhary B., M.K. Tripathi, S.K. Pandey, H.R. Bhandari, D.R. Meena, S.P. Prajapati.** 2016. Uses of flax (*Linum usitatissimum*) after harvest. National academy of agriculture science (NAAS). 34:159-163.
- ***Cisse H., A. Savadogo, E. Taale, F. Tapsoba, F. Guira, C. Zongo, Y. Travre.** 2016. Influence des substrats carbonés et minéraux sur l'activité des substances BLIS (Bacteriocin-Like Inhibitory Substances) produites par des souches de *Bacillus* isolées à partir d'aliments fermentés au Burkina Faso. Journal of Applied Biosciences. 106: 10236-10248.
- ***Deng. L.Z., Z. Pan, A.S. Mujumdar, J.H. Zhao, Z.A. Zheng, Z.J Gao, H.w. Xiao.** 2018. High-Humidity hot air impingement blanching (HHAIB) enhances drying quality of apricots by inactivating the enzymes, reducing drying time and altering cellular structure. Food control.
- ***Deng Z.Z., A.S. Mujumdar, X. Yang, J. Wang, Q. Zhang, Z. Zheng, Z.J. Gao, H.W. Xiao.** 2018. High humidity hot air impingement blanching (HHAIB) enhances drying rate and softens texture of apricot via cell wall pectin polysaccharides degradation and ultrastructure modification. Food chemistry. 261:292-300.
- ***Doré C., F. Varoquaux, Coordinateurs.** 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. INRA, Ed bialec, Paris. 64631: 383.
- ***Enklejda P.** 2004. Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur. Thèse de doctorat. Science des aliments. Paris : École doctorale ABIES.
- ***FAO.** 1995. Les laits et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Éd. Rome (Italie). Chapitre 05, Laits fermentés, P. 153-171.
- ***Frantianni F., O. Mania Neve, A. Antonio, C. Luigi, N. Filomena.** 2017. Apricots: Biochemistry and functional properties. COFS.
- ***Ghazi F., M. Kihal, N. Altay, G.C. Gurakan.** 2015. Comparaison of RAPD-PCR and PFGE analysis for the typing of *Streptococcus thermophiles* strains isolated from traditional Turkish yogurts. Ann microbial.
- ***Gret.** 2002. Transformer les produits laitiers frais à la ferme. Éd : Laurence Audent verrier. Comment fabriquer les produits laitiers frais. Chapitre 02, p:41-59.

Références bibliographiques

- ***Grimplet J.** 2004. Génomique fonctionnelle et marqueurs de qualité chez l'abricot. Thèse de doctorat. Qualités et sécurité des aliments. Toulouse : Ecole doctorale de sciences écologiques, Vétérinaires Agronomiques & Bioingénieries.
- ***Guarner F., G. Perdigon, G. Corthire, S. Salminen, B. Koletzko, L. Morelli.** 2005. Should yoghurt cultures be considered probiotic?. *British journal of Nutrition.* 93: 783-786.
- ***Hamzehlou P., A.A. Sepahy, S. Mehrabian, F. Hossieni.** 2018. Productions of vitamins B3, B6 and B9 by *Lactobacillus* isolated from traditional yogurt Samples from 3 cities in Iran, winter 2016. *Applied food Biotechnology.* 5 (2): 107-120.
- ***Jeantet R., T. Croguennec, M. Mahaut, P. Schuck, G. Brulé.** 2008. Les produits laitiers 2eme edition. EMD S.A.S, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris. 1034: 25.
- ***Kaushik P., K. Dowling, R. Adhikari, C.J. Barrow, B. Adhikari.** 2017. Effect of extraction temperature on composition, structure and functional properties of flaxseed gum. *Food Chemistry.* 215: 333-340.
- ***Khan H.U., F. Zeenat, W. Ahmad, I. Ahmad, A.V. Khan.** 2017. Therapeutics, phytochemistry and pharmacology of Alsi (*Linum usitatissimum* Linn): An important Unani drug. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 6 (5): 377-383.
- ***Lahbari M.** 2015. Etude et simulation du séchage de l'abricot: Application à quelques variétés de la région des Aures. Thèse de doctorat. Mécanique. Batna : Université de Hadj lakhdar.
- ***Luquet F. M., Carrieu G.** 2008. Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc, Paris. 741: 7-33.
- ***Maha A.I., J. Guilal, A. Hamama, B. Saidi, M. Zahar.** 2016. Identification des bactéries lactiques du lait cru de chamelle du sud du Maroc. *The International Journal of Multi-disciplinary Sciences.* 1: 81-94.
- ***Maiwore J., M.P. Baane, L.T. Ngoune, J.A. Fadila, M.Y. Yero, D. Montent.** 2018. Qualité microbiologique et physico-chimique des laits fermentés consommés à Maroua (Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences.* 12(3):1234 - 1246.
- ***Nishimura J., S. Makino, K. Kimura, E. Isogai, T. Saito.** 2015. Influence of Different Sterilization Conditions on the Growth and Exopolysaccharide of *Streptococcus thermophilus* and Co-Cultivation with *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* OLL1073R-1. *Advances in Microbiology.* 5: 760-767.

Références bibliographiques

- ***Palla A.H., N.A. Khan, S. Bashir, N. Ur-Rehman, J. Iqbal, A.H. Gilani.** 2015. Pharmacological basis for the medicinal use of *Linum usitatissimum* (Flaxseed) in infections and non-infections diarrhea. *Journal of Ethnopharmacology*. 160: 61-68.
- ***Parajapati J.B., H.P. Zala, N.M. Nathani, M. Sajjani, C.G. Joshi.** 2017. Genane-Wide analysis of a potent functional dairy starter bacterium *Streptococcus thermophiles* MTCC 5460: a comprehensive study of its dairy Niche adaptive features. *Current Science*. 113: 2292-2297.
- * **Raiffaud C.** 2015. Transformer les produits laitiers frais à la ferme. 3^{Éd.} Paris : Nathalie Ardouine. Chapitre 03, comment fabriquer des produits laitiers frais à la ferme, P. 39-105.
- ***Rashid N., P.A. Dar, H.N. Ahmad, S.A. Rather.** 2018. Alsi (*Linum usitatissimum*): A potential multifaceted Unani drug. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*. 7 (5): 3294-3300.
- ***Reiner K.** 2016. Catalase Test Protocol. American Society for Microbiology. 1-9.
- ***Righi M.** 2006. Microorganismes en action: le yaourt.pp.22. Mohamed RIGHI, Microorganismes en action : le yaourt, PISTES, FSE, Université Laval, 2006.
- ***Russo R., R. Reggiani.** 2015. Phenolics and antioxidant activity in flax varieties with different productive attitude. *International food research journal*. 22 (4): 1736-1739.
- ***S a.** 2009. Traite des vaches laitières Matériel, installation, entretien. Ed: Parie.
- ***Saint Eve A., C. Léry, N. Martin, I. Souchon.** 2006. Influence of protéins on the perception of flavored stirred yogurts. *Journal Dairy Science*. (89) : 922-933.
- ***Salveti E., P.W. O'Toole.** 2017. The genomic basis of Lactobacilli as health-promoting organisms. *American Society for Microbiology*. 5 (3): 1-17.
- ***Savoire R.** 2008. Etude multi-échelles de la séparation solide-liquide dans la trituration du lin oléagineux. Thèse de doctorat (Université de Technologie, Compiègne). P13-14.
- ***Schauenberg P., F. Paris.** 2016. Les plantes médicinales. Delachaux et Niestlé, Paris.
- ***Schott B.** 2006. Les miscellanées de Mr, Schott. Éd : Paris, Boris Donné.
- ***Shah N.P.** 2017. Yogurt in health and disease prevention. *Academicpress* (1): 1-530.
- ***Simin Nikbin M., K. Woel.** 2000. Immunologic effects of yogurt. *American Society forclinical Nutrition*. (71): 861-872.
- ***Singh K.K., D. Mridula, J. Rehal, P. Barnwal.** 2011. Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber. *Food science and nutrition*. 51: 210-222.

Références bibliographiques

- *Smykal P., N. Bacova-Kerteszova, R. Kalender, J. Corander, A.H. Schulman, M. Pavelek.** 2011. Genetic diversity of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) germplasm assessed by retrotransposon-based markers. *Theor Appl Genet.* 122: 1385-1397.
- *Tonelli N., F. Gallouin.** 2013. Des fruits et des graines comestibles du monde entier. Éd. Paris : Brigitte Peyrot. Chapitre 01, les auxiliaires de culture utilisés dans les vergers, P 31-42.
- *Touré A., X. Xueming.** 2010. Flaxseed lignans: Source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bio-active components, and health benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety (CRFSFS).* 9: 261-269.
- *Tribalat M.A.** 2016. Étude métabolomique de lin (*Linum usitatissimum*) mutant pour la voie de biosynthèse des lignanes. Thèse de doctorat (Université de Picardie Jules Verne). P 12.
- *Uriot O., S. Denis, M. Junjua, Y. Roussel, A.D. Mourot, S. Blanquet-Diot.** 2017. *Streptococcus thermophilus*: From yogurt starter to a new promising probiotic candidate. *Journal of functional foods.* 37: 74-89.
- * Wei M., T. Zhou, H. Song, J. Yi, B. Wu, Y. Li, L. Zhang, F. Chr, Z. Wang, M. Gao, S. Li.** 2014. Electron beam irradiation of sun-dried apricots for quality maintenance- Radiation physics and chemistry. 97: 126-133.
- *Weill P., G. Mairesse.** 2010. Le lin, son huile, sa graine... et notre santé. *Photothérapie* (8): 1-5.
- *Zourari A., M.J. Desmazeaud.** 1991. Caractérisation de bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. II. Souches de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* et cultures mixtes avec *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. *Lait.* 71: 463-482.
- *Zourari A., S. Roger, C. Chabanet, M.J. Desmazeaud.** 1991. Caractérisation des bactéries lactiques thermophiles isolées de yaourts artisanaux grecs. I. Souches de *Streptococcus Salivarius subsp. thermophilus*. *Lait* (71) : 445-461.

An orange scroll graphic with a dark orange border and a drop shadow. The scroll is unrolled in the middle, with the top and bottom edges curled up. Two black circular fasteners are visible on the top edge of the scroll.

ANNEXES

Annexes

Annexe I : matériels de titration

➤ **La solution de titrage (NaOH N/9):**

Eau distillé.....	1l
NaOH.....	4.44g

➤ **Les appareils :**

Seringue stérile

Bécher

Phénolphtaléine

Burette

Annexe II : matériels de mesure la viscosité

Tube cylindrique

Bille sphérique

Chronomètre

Annexe III : les composants d'eau physiologie

Eau distillé.....	1l
Nacl.....	9g

Annexe IV : les composants des milieux de cultures (g/l)

➤ **Bouillon MRS (Man Rogosa Sharpe)**

Polypeptone.....	10,00 g
Extrait de viande.....	10,00 g
Extrait autolytique de levure.....	5,00 g
Glucose.....	20,00 g
Tween 80.....	1,08 g
Phosphate dipotassique.....	2,00 g
Acétate de sodium.....	5,00 g
Citrate d'ammonium.....	2,00 g
Sulfate de magnésium.....	20 g
Sulfate de manganèse.....	0,05 g

Préparation : mettre 55,3 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

Stérilisation : à l'autoclave à 121°C pendant 15 min.

Annexes

➤ Bouillon M17 (Bouillon de Terzaghi)

Tryptone.....	2,50 g
Peptone pepsique de viande.....	2,50 g
Peptone papaïnique de soja.....	5,00 g
Extrait autolytique de levure.....	2,50 g
Extrait de viande.....	5,00 g
Lactose.....	5,00 g
Glycérophosphate de sodium.....	19,00 g
Sulfate de magnésium.....	0,25 g
Acide ascorbique.....	0,50 g

Préparation: mettre 42.2g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

Stérilisation : à l'autoclave à 115°C pendant 20min.

➤ Gélose MRS (Man Rogosa Sharpe)

Polypeptone.....	10,00 g
Extrait de viande.....	10,00 g
Extrait autolytique de levure.....	5,00 g
Glucose.....	20,00 g
Tween 80.....	1,08 g
Phosphate dipotassique.....	2,00 g
Acétate de sodium.....	5,00 g
Citrate d'ammonium.....	2,00 g
Sulfate de magnésium.....	0,20 g
Sulfate de manganèse.....	0,05 g
Agar agar bactériologique.....	15,00 g

Préparation : mettre 70.3g de milieu déshydraté dans 1litre d'eau distillée.

Stérilisation : à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

➤ Gélose M17 (Gélose de Terzaghi)

Tryptone.....	2,50 g
Peptone pepsique de viande.....	2,50 g
Peptone papaïnique de soja.....	5,00 g
Extrait autolytique de levure.....	2,50 g

Annexes

Extrait de viande.....	5,00 g
Lactose.....	5,00 g
Glycérophosphate de sodium.....	19,00 g
Sulfate de magnésium.....	0,25 g
Acide ascorbique.....	0,50 g
Agar agar bactériologique.....	15,00 g

Préparation: mettre 57.2g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

Stérilisation : à l'autoclave à 115°C pendant 20min.

➤ **Gélose Baird-Parker**

Tryptone.....	10,0 g
Extrait de la viande.....	5,0 g
Extrait autolytique de la levure.....	1,0 g
Pyruvate de sodium.....	10,0 g
Glycine.....	12,0 g
Chlorure de lithium.....	5,0 g
Emulsion de jaune d'œuf.....	47,0 ml
Tellurite de potassium à 3, 5%.....	3,0 ml

Préparation : mettre 58g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

Stérilisation : à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

➤ **Gélose nutritive**

Tryptone.....	5,0 g
Extrait de viande.....	3,0 g
Agar agar bactériologique.....	12,0 g

Préparation : mettre 20g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.

Stérilisation : à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

➤ **Gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)**

Peptone pepsique de la viande.....	7.0 g
Extrait autolytique de levure.....	3.0 g
Lactose.....	10.0 g
Sels biliaires.....	1.5g

Annexes

Chlorure de sodium.....	5.0 g
Rouge neutre.....	30.0mg
Cristal violet.....	2.0 mg
Agar agar bactériologique.....	12.0 g

Préparation : mettre 38.5g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.
Stérilisation: ne pas autoclaver.

➤ **Gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar)**

Digestat enzymatique de tissus animaux.....	7.0g
Extrait autolytique de levure.....	3.0g
Glucose.....	10.0g
Sels billiaires.....	1.5g
Chlorure de sodium.....	5.0g
Rouge neuter.....	30.0mg
Cristal violet.....	2.0mg
Agar agar bactériologique.....	13.0g

Préparation : mettre 35.5g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillée.
Stérilisation : à l'autoclave à 121°C pendant 15min.

Annexes

Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen -

Département de Biologie

Questionnaire d'Analyse Sensorielle du yaourt à base de graine de lin et les abricots secs

* **NOM** :

* **Age** :

* **Sexe** : H ou F

* **Date** :

1- La couleur du yaourt :

* blanc

* beige

* marron

* marron foncé

2- Le gout du yaourt :

* mauvaise

* acceptable

* moyenne

* bonne

* excellent

3- La sucrosité du yaourt :

* absente

* faible

* moyenne

* forte

* très forte

4- L'acidité du yaourt :

Annexes

- * absente
- * faible
- * moyenne
- * forte
- * très forte

5- Fruit identifié :

- * absent
- * les graines de lin
- * les abricots secs
- * les graines de lin + les abricots secs

6- La quantité des graines de lin et les abricots secs ajoutés dans le yaourt :

- * absente
- * faible
- * moyenne
- * forte
- * très forte

7- La texture en bouche du yaourt :

- * très lisse
- * lisse
- * peu granuleuse
- * granuleuse
- * très granuleuse

8- L'échelle de notation :

- * très désagréable
- * désagréable
- * agréable
- * très agréable
- * ni agréable ni désagréable

Annexes

D'autre

remarque :

.....
.....
.....
.....
.....

Merci pour votre participation

ملخص

يعتبر الياغورت من بين اكبر منتجات الحليب الطازجة الأكثر استهلاكاً في الجزائر نظراً لما يحتويه من نسبة عالية من العناصر الغذائية خاصة الكالسيوم وفيتامين د. الهدف من هذا العمل هو إنشاء منتج مفيد للصحة و خاصة في الجهاز الهضمي عن طريق بذور الكتان و المشمش المجفف في الياغورت و دراسة تأثير دمجه على الجودة الفيزيوكيميائية، الميكروبيولوجية و الحسية أثناء التخزين (اليوم 1، اليوم 7، اليوم 14 و اليوم 21). كشفت النتائج المتحصل عليها من خلال التحليلات الفيزيوكيميائية ان Ph يتراوح بين 4.66-4.93، الحموضة بين 109-85 D° و اللزوجة بين 11.388-6.0321 Pa. بينت التحاليل الميكروبيولوجية أن عدد *Sulihpomreht succocotpertS* تراوح بين 200-286 UFC/ml و عدد *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* تراوح بين 49-94 UFC/ml. بالنسبة للكائنات المضرة، بينت النتائج المتحصل عليها من خلال اليوم الأول من التصنيع عدم وجود أضرار.

كشفت الخصائص الحسية أن للمنتج المعد في المختبر ذوق مقبول بشكل عام.

الكلمات المفتاحية: بذور الكتان، المشمش المجفف، pH، الحموضة، *Streptococcus thermophilus*، *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* و التحليلات الحسية.

Résumé

Le yaourt est parmi les produits laitiers frais les plus consommés dans le monde et en Algérie, grâce à sa richesse en nutriments surtout en calcium et vitamine D. L'objectif de ce travail consiste à créer un nouveau produit bénéfique pour la santé surtout au niveau de l'appareil digestif par l'incorporation des graines du lin et les abricots secs dans le yaourt et étudier l'effet de son incorporation sur la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique du yaourt au cours de la conservation (1J, 7J, 14J, 21J). Les résultats obtenus au cours des analyses physico-chimiques ont révélé que le pH de yaourt compris entre 4.93-4.66, l'acidité dornic entre 85°D-109°D et la viscosité entre 6.0321Pas et 11.388Pas. Les analyses microbiologiques ont révélé que *Streptococcus thermophilus* compris entre 286 UFC/ml- 200 UFC/ml et *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* compris entre 94 UFC/ml- 49 UFC/ml. Pour la flore pathogène les résultats obtenus lors du premier jour de la fabrication montrent une absence de contamination.

Les caractéristiques organoleptiques révèlent que le produit préparé au laboratoire a un goût généralement agréable.

Mots clés : yaourt, graines de lin, abricots secs, pH, l'acidité dornic, viscosité, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, les analyses sensorielles.

Abstract

Yoghurt is one of the most consumed fresh dairy products in the world and in Algeria, thanks to its high nutrient content, especially in calcium and vitamin D. The objective of this work is to create a new product that is beneficial for health, especially for the digestive system, by incorporating flax seeds and dried apricots into yogurt and to study the effect of its incorporation on the physicochemical, microbiological and organoleptic quality of yogurt during storage (1J, 7J, 14J, 21J). The results obtained during the physicochemical analyses revealed that the pH of yoghurt ranged from 4.93-4.66, the dornic acidity from 85°D-109°D and the viscosity from 6.0321Pas-11.388Pas. Microbiological analyses revealed that *Streptococcus thermophilus* between 286 CFU/ml- 200 CFU/ml and *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* between 94 CFU/ml- 49 CFU/ml. For the pathogenic flora, the results obtained on the first day of manufacture are the absence of contamination.

The organoleptic characteristics reveal that the product prepared in the laboratory has a generally pleasant taste.

Keywords: yogurt, flax seeds, dried apricots, pH, dornic acidity, viscosity, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, and sensory analyses.